

DOCKET NO.: 271580US6PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Yusuke NANJO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/15942

INTERNATIONAL FILING DATE: December 12, 2003

FOR: ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP APPARATUS

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	2003-009719	17 January 2003
Japan	2003-160877	05 June 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/15942. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier  
Attorney of Record  
Registration No. 25,599  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

10/542087

PCT/JP03/15942

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

12.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 6月 5日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-160877  
[ST. 10/C]: [JP2003-160877]

出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

RECEIVED

06 FEB 2004

WIPO

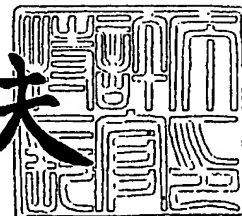
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3112634

【書類名】 特許願

【整理番号】 0390277902

【提出日】 平成15年 6月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 南條 雄介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 有田 信一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100069051

【弁理士】

【氏名又は名称】 小松 祐治

【電話番号】 0335510886

【選任した代理人】

【識別番号】 100116942

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩田 雅信

【電話番号】 0335510886

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 9719

【出願日】 平成15年 1月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048943

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群は固定で、第 2 レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第 4 レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、

上記第 1 レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの 5 枚のレンズで構成され、以下の各条件式 (1)、(2)、(3) および (4) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) \quad 1.25 < h_{1-1} / h_{1-4} < 1.55$$

$$(2) \quad d_{1-2} / d_{1-3} < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n_{1-2}$$

$$(4) \quad 0.1 < H_{1'} / f_1 < 0.6$$

但し、 $f_1$ : 第 1 レンズ群の焦点距離

$h_{1-i}$ : 第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第  $i$  面における近軸光線高

$d_{1-i}$ : 第 1 レンズ群の第  $i$  面から第  $i+1$  面までの軸上間隔

$n_{1-i}$ : 第 1 レンズ群の  $i$  番面のレンズの  $d$  線における屈折率

$H_{1'}$ : 第 1 レンズ群の最も像側の面の頂点から第 1 レンズ群の像側の主点までの間隔 (－は物体側、＋は像側)

【請求項 2】 請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、第 2 レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの 3 枚のレンズで構成され、以下の条件式 (5) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(5) \quad 1. \quad 8 < (n_{2-1} + n_{2-2}) / 2$$

但し、 $n_{2-1}$ : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズのd線における屈折率

$n_{2-2}$ : 第2レンズ群の両凹レンズのd線における屈折率

【請求項3】 請求項1に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

但し、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$ : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$ : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$ : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$ : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

【請求項4】 請求項2に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

但し、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$ : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$ : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$ : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$ : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

【請求項5】 請求項1に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)及び(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5}/h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3/f_{3-1} < 1$$

但し、 $h_{3-i}$ : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高

$f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$ : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

【請求項6】 請求項2に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)及び(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5}/h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3/f_{3-1} < 1$$

但し、 $h_{3-i}$ : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群の物体側から*i*番目の面における近軸光線高

$f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$ : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

【請求項7】 請求項1に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は凸

単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式 (11) 及び (12) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、 $n_{4-2}$ : 第 4 レンズ群の凹レンズの d 線における屈折率

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 8】 請求項 2 に記載のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式 (11) 及び (12) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、 $n_{4-2}$ : 第 4 レンズ群の凹レンズの d 線における屈折率

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 9】 請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、以下の各条件式 (9)、(11) 及び (13) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、 $h_{3-i}$ : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させ



たときの第3レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率

【請求項10】 請求項2に記載のズームレンズにおいて、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、

(11) 及び (13) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、 $h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率

【請求項11】 ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電氣的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、

上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、

上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ

群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、

上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、以下の各条件式

(1)、(2)、(3) および (4) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) \quad 1.25 < h1-1 / h1-4 < 1.55$$

$$(2) \quad d1-2 / d1-3 < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n1-2$$

$$(4) \quad 0.1 < H1' / f1 < 0.6$$

但し、 $f1$ : 第1レンズ群の焦点距離

$h1-i$ : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高

$d1-i$ : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔

$n1-i$ : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率

$H1'$ : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側までの主点の間隔 (－は物体側、＋は像側)

【請求項12】 請求項11に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第2レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの3枚のレンズで構成され、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(5) \quad 1.8 < (n2-1 + n2-2) / 2$$

但し、 $n2-1$ : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズの*d*線における屈折率

$n2-2$ : 第2レンズ群の両凹レンズの*d*線における屈折率

【請求項13】 請求項11に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り

、以下の各条件式 (6)、(7) 及び (8) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

但し、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$ : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$ : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$ : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$ : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

【請求項14】 請求項12に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、以下の各条件式 (6)、(7) 及び (8) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

但し、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ : 第4レンズ群の焦点距離

$r_{3-2}$ : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

$r_{4-1}$ : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

$r_{4-2}$ : 第4レンズ群の接合面の曲率半径

$r_{4-3}$ : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

【請求項15】 請求項11に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レ

レンズから成ると共に少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、以下の各条件式 (9) 及び (10) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

但し、 $h_{3-i}$ : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

$f_3$ : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$ : 第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離

【請求項 16】 請求項 12 に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第 3 レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、以下の各条件式 (9) 及び (10) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

但し、 $h_{3-i}$ : 広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高

$f_3$ : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$ : 第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離

【請求項 17】 請求項 11 に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第 3 レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式 (11) 及び (12) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、 $n_{4-2}$ ：第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ ：第4レンズ群の焦点距離

【請求項18】 請求項12に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、以下の各条件式(11)及び(12)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

但し、 $n_{4-2}$ ：第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_4$ ：第4レンズ群の焦点距離

【請求項19】 請求項11に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、(11)及び(13)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、 $h_{3-i}$ ：広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側からi番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

【請求項20】 請求項12に記載の撮像装置において、

上記ズームレンズの第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、以下の各条件式(9)、(11)及び(13)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

但し、 $h_{3-i}$  : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側からi番目の面における近軸光線高

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_{3-1}$  : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

$n_{4-2}$  : 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は新規なズームレンズ、特に、ビデオカメラ用又はデジタルスチルカメラ用として好適なズームレンズ及びそれを用いる撮像装置に関する。詳しくは、広角ズームレンズを得るに当たり、従来技術によるズームレンズの物体側に極めて簡単な構成のレンズを付加的に追加して、全系として収差補正のバランスをとることによって、歪曲収差以外の諸収差が良好に補正されて、しかも、前玉径が極めて小さなズームレンズを提供すると共に、撮像素子から得られた映像信号を処理することによって、上記ズームレンズによる歪曲収差を補正して良好な画像

を得る撮像装置を提供する技術に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

主に民生用のビデオカメラに使用されるズームレンズは、物体側より順に、正、負、正、正の屈折力配置の4群構成で、第1レンズ群と第3レンズ群が固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させて像位置の変動の補正と合焦を行うようにした、いわゆる4群インナーフォーカスズーム方式が主流となっている。この方式に関するズームレンズの構成には、特許文献1、特許文献2に記載されたものなど種々の種類のものが提案されている。

#### 【0003】

これらのレンズ構成では、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ構成がよく似たレンズタイプをとるため、広角端における画面对角線の画角はせいぜい60度程度であった。例えば、特許文献3に記載されたものは、第1レンズ群の像側主点を第1レンズ群の最も像側の面に寄せることで、前玉径の小型化を試みているが、広角端の画角を60度以上に広角化することは達成できずに、広角化と前玉径の小型化は両立できていなかった。

#### 【0004】

十分な広角化を試みた例として、特許文献1をもとにして、第1レンズ群を3枚構成から5枚構成に発展させた特許文献4に記載されたものが知られている。

#### 【0005】

また、ズーミング（変倍）によって変動する歪曲収差を、撮像装置側で電気的な信号処理技術によって補正することが提案されていて、特許文献5などが知られている。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開平3-33710号公報

##### 【特許文献2】

特開平4-153615号公報

## 【特許文献3】

特開 2000-28922 号公報

## 【特許文献4】

特開平 5-72475 号公報

## 【特許文献5】

特開平 6-165024 号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

特許文献4に記載されたズームレンズにあっては、特許文献1に示されたレンズタイプを基本にして、その3枚構成の第1レンズ群の物体側に凹レンズと凸レンズを大きな空気間隔を空けて配置することで、ワイドコンバージョンレンズのようなアフォーカル系に近い構成を付加することで、第1レンズ群の第3レンズ以降への主光線の傾きを小さくして、諸収差の補正を可能にしている。

## 【0008】

しかし、付加した2枚のレンズは、広角化で増大しやすい広角端の歪曲収差とメリディオナル像面湾曲をバランス良く補正するため、大きな空気間隔を空けて配置する必要があるため、前玉径が大きくなることを避けられない。また、特許文献1のレンズ構成を広角化するだけの目的で為された発明であるため、第1レンズ群乃至第4レンズ群のレンズ構成を厳密に規制することで成り立っていて、ズーム比、Fナンバーなどの仕様や、前玉径、全長、バックフォーカスなどに関し、使用目的に対して、常に最適なレンズ構成が得られるとは限らない。

## 【0009】

本発明は、いわゆる4群インナーフォーカス方式ズームレンズの、種々のバリエーションに対して、第1レンズ群を特許文献4とは異なる5枚構成とすることで、広角端の画角が60度以上の広角化が可能になると共に、前玉径の増大を極力抑えて、広角化と小型化を両立させ、第3レンズ群及び第4レンズ群に従来タイプの種々のバリエーションを適用することで、様々な仕様に最適な広角ズームレンズを提供することを課題とする。

## 【0010】



また、広角化と前玉径の小型化を両立させることによって、必然的に補正が困難になる歪曲収差を、映像信号処理によって補正すると共に、歪曲収差補正後の画面から得られる広角端と望遠端の画角の比をズーム比と定義し直すことで、近軸焦点距離比（ズーム比の一般的な定義）を小さくして、さらなる小型化が可能になる。本発明は、広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能な撮像装置を提供することを課題とする。

### 【0011】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、

上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、

$f1$ : 第1レンズ群の焦点距離

$h1-i$ : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高

$d1-i$ : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔

$n1-i$ : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率

$H1'$ : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔（-は物体側、+は像側）

として、

$$(1) \quad 1.25 < h1-1/h1-4 < 1.55$$

$$(2) \quad d1-2/d1-3 < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n_{1-2}$$

$$(4) \quad 0.1 < H1' / f1 < 0.6$$

上記の各条件式 (1)、(2)、(3) および (4) を満足するようにしたものである。

#### 【0012】

従って、本発明ズームレンズにあっては、諸収差の補正が可能になると共に、広角化と前玉径の小型化が両立する。

#### 【0013】

また、本発明撮像装置は、ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電気的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、 $f1$ : 第1レンズ群の焦点距離、 $h1-i$ : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第*i*面における近軸光線高、 $d1-i$ : 第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、 $n1-i$ : 第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H1'$ : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側までの主点の間隔（-は物体側、+は像側）として、(1)  $1.25 < h1-1 / h1-4 < 1.55$ 、(2)  $d1-2 / d1-3 < 0.4$ 、(3)  $1.65 < n1-2$ 、(4)  $0.1 < H1' / f1 < 0.6$  の各条件式を満足するようにしたものである。

## 【0014】

従って、本発明撮像装置にあっては、広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能になる。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置の実施の形態を添付図面を参照して説明する。なお、図1乃至図4は第1の実施の形態を示し、図5乃至図8は第2の実施の形態を示し、図9乃至図12は第3の実施の形態を示し、図13乃至図16は第4の実施の形態を示すものである。

## 【0016】

第1乃至第4の実施の形態に係るズームレンズ1、2、3、4は、図1、図5、図9、図13に示すように、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群Gr1と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群Gr2と、正の屈折力を有する第3レンズ群Gr3と、正の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群Gr4とから成る光学系を有する。

## 【0017】

上記各ズームレンズ1、2、3、4は、第3レンズ群Gr3と第4群レンズGr4の構成に関する条件が異なり、第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2に関する条件は共通している。

## 【0018】

ズームレンズ1、2、3、4において、第1レンズ群Gr1は物体側より順に配列された、凹レンズL1、像側に強い凸面を向けた凸レンズL2、像側に強い凹面を向けた凹レンズL3と凸レンズL4との接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズL5の5枚のレンズで構成され、

f1：第1レンズ群の焦点距離

$h1-i$ : 第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第  $i$  面における近軸光線高

$d1-i$ : 第1レンズ群の第  $i$  面から第  $i+1$  面までの軸上間隔

$n1-i$ : 第1レンズ群の  $i$  番面のレンズの  $d$  線における屈折率

$H1'$ : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔 (－は物体側、＋は像側)

として、

$$(1) \quad 1.25 < h1-1 / h1-4 < 1.55$$

$$(2) \quad d1-2 / d1-3 < 0.4$$

$$(3) \quad 1.65 < n1-2$$

$$(4) \quad 0.1 < H1' / f1 < 0.6$$

の各条件式 (1)、(2)、(3) および (4) を満足するものである。

#### 【0019】

条件式 (1) は、凹レンズ  $L1$  と凸レンズ  $L2$  によりアフォーカルに近い構成を成して、レンズ  $L3$  に入射する主光線の傾角を小さくして、レンズ  $L3$  以降のレンズ構成に従来例に近い構成を適用しても、十分な収差補正を可能にするための条件を示すもので、下限を越えるとレンズ  $L3$  に入射する主光線の傾角を十分に小さくすることが困難となり、また、上限を超えるとレンズ  $L1$  からレンズ  $L2$  までの合成厚が厚くなって前玉径の大型化を招き、本発明の目的である前玉径の小型化を達成することが困難となる。

#### 【0020】

条件式 (2) は、条件式 (1) を満足しながら従来例よりも前玉径を小型化するための条件を示すもので、レンズ  $L1$  とレンズ  $L2$  の間の空気間隔における主光線の傾角と、レンズ  $L2$  の中での主光線の傾角を比べると、レンズ  $L2$  の中を進むときの主光線の傾角の方が小さいので、条件式 (1) で同じ結果を得るためには、上記空気間隔を狭くして、レンズ  $L2$  を厚くすることが、前玉径の小型化にとって有利となる。従って、上記空気間隔よりレンズ  $L2$  の厚みを厚くすることが、本発明の目的を達成するための必要条件となる。この条件式の下限は、レンズ  $L1$  の最周辺を通る軸外光束から決まる有効径で、レンズ  $L1$  とレンズ  $L2$

が接するように構成できる値となる。

#### 【0021】

条件式(3)は、レンズL2の中の主光線の傾角をさらに小さくして、前玉径を小型化するための条件を示すもので、下限を越えると条件式(1)を満足するためのレンズL2の厚みが厚くなって、その結果前玉径が大型化してしまう。

#### 【0022】

条件式(4)は、レンズL1とレンズL2によるほぼアフォーカルな構成を生かして、第1レンズ群Gr1に広角化と前玉径の小型化を両立させるのに適した構成を与えるための条件を示すもので、第1レンズ群Gr1の像側主点が、第1レンズ群Gr1の最も像側の面より十分像側に生じるように各レンズの屈折力配置を規定することで、広角化と前玉径の小型化を両立させながら、十分な高変倍比を得ることが可能となる。

#### 【0023】

ズームレンズ1、2、3、4において第2レンズ群Gr2は、物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズL6、両凹レンズL7と凸レンズL8との接合レンズの3枚のレンズで構成され、

n2-1: 第2レンズ群の凹メニスカスレンズのd線における屈折率

n2-2: 第2レンズ群の両凹レンズのd線における屈折率

として、

$$(5) \quad 1.8 < (n2-1 + n2-2) / 2$$

の条件式(5)を満足するものである。

#### 【0024】

条件式(5)は、像面湾曲の補正に必要なペッツバル和が小さくなりすぎるの防ぐためのものである。第1レンズ群Gr1の構成は像側主点が像側に飛び出したいわゆるレトロフォーカスタイプのような構成になって、第1レンズ群Gr1固有のペッツバル和がプラスで小さな値となり、それが全系のペッツバル和を小さくし過ぎる原因となるが、それは必然性のあることで避けることができない。全系のペッツバル和を適当な値にするには、第2レンズ群Gr2の屈折力を弱くするか、又は、第2レンズ群Gr2の凹レンズの屈折力を高くするとい

う手段が考えられるが、第2レンズ群G<sub>r2</sub>の屈折力を弱くすると変倍に必要な第2レンズ群G<sub>r2</sub>の移動量が増加して大型化を招くため、第2レンズ群G<sub>r2</sub>の凹レンズL<sub>6</sub>とL<sub>7</sub>の屈折力の平均値を条件式(5)の範囲内のものにして、像面湾曲の補正を容易にする必要がある。

#### 【0025】

ズームレンズ12、3、4は、第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4群レンズG<sub>r4</sub>の構成に関する条件をそれぞれ異にする。

#### 【0026】

第3レンズ群と第4レンズ群の構成に関し、第1の実施の形態にかかるズームレンズ1は次のような構成を有する。

#### 【0027】

図1から分かるように、第3レンズ群G<sub>r3</sub>は凸単レンズL<sub>9</sub>から成り少なくとも1の面が非球面で構成され、第4レンズ群G<sub>r4</sub>は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズL<sub>10</sub>と像側の面が非球面である両凸レンズL<sub>11</sub>との接合レンズから成り、

f<sub>3</sub>: 第3レンズ群の焦点距離

f<sub>4</sub>: 第4レンズ群の焦点距離

r<sub>3-2</sub>: 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

r<sub>4-1</sub>: 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

r<sub>4-2</sub>: 第4レンズ群の接合面の曲率半径

r<sub>4-3</sub>: 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径

として、

$$(6) \quad -0.4 < f_3 / r_{3-2} < 0.4$$

$$(7) \quad -1.25 < r_{4-1} / r_{4-3} < -0.8$$

$$(8) \quad 0.3 < r_{4-2} / f_4 < 0.6$$

の各条件式(6)、(7)及び(8)を満足するものである。

#### 【0028】

条件式(6)は第3レンズ群G<sub>r3</sub>の非球面凸単レンズL<sub>9</sub>の形状を規定するもので、非球面成形時の偏心や第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>との間

の相対的な偏心に関する敏感度に関する条件を規定するものである。非球面レンズの両面の心ずれ精度は、モールド型の心ずれ精度で決まってしまうが、例えば、ガラスモールド型では  $10\ \mu\text{m}$  程度の心ずれが生じることがあり得る。また、レンズ鏡筒に組み立てたときに、第3レンズ群 Gr 3 と第4レンズ群 Gr 4 との間の相対的な偏心が  $20\ \mu\text{m}$  程度生じることがあり得る。そのような誤差があったときでも、製品の画質が設計性能を十分に再現できるようにするために、各面間の偏心が画質に及ぼす敏感度を緩くするように設計することが求められる。上限を超えると、各面間の偏心が画質に及ぼす敏感度が高くなって、成形や組立に要求される精度が工程能力を超えてしまい、安定した性能で量産することが困難となる。下限を越えると、球面収差と像面湾曲をバランス良く補正することが困難となる。

#### 【0029】

条件式 (7) は、第4レンズ群 Gr 4 の偏心敏感度に関するもので、下限を越えると第4レンズ群 Gr 4 の正の屈折力が凹メニスカスレンズ L 10 の物体側の面（曲率半径は  $r_{4-1}$ ）に集中して、この面の偏心及び倒れによる収差の劣化が顕著になって、量産において設計性能を安定して再現することが困難になる。第4レンズ群 Gr 4 に偏心及び倒れの誤差が生じて、第4レンズ群 Gr 4 の正の屈折力をレンズ L 10 の物体側の面と両凸レンズ L 11 の像側の面（曲率半径は  $r_{4-3}$ ）とに適度に分散させることで、収差を劣化させる敏感度も分散させることが可能となる。しかし、上限を越えると、レンズ L 11 の像側の面から発生する球面収差が大きくなって補正が困難になる。

#### 【0030】

条件式 (8) は、コマ収差と像面湾曲の補正に関するもので、負の屈折力を持つレンズ L 10 と L 11 との接合面の曲率半径  $r_{4-2}$  が条件式 (7) を満たした状態で、凹レンズ L 10 と凸レンズ L 11 の硝材を決めようとする、色収差補正の条件から、あまり大きな設計の自由度は得られないが、上記接合面の形状がコマ収差と像面湾曲の補正に関して支配的な働きをするので、条件式 (7) と (8) を満たすように硝材を選択することが必要となる。上限を越えると、凹レンズ L 10 と凸レンズ L 11 の屈折率の差を大きく取っても、両レンズ L 10

、L11の接合面の負の屈折力が小さくなりすぎて、内向きのコマ収差とアンダー側に倒れる像面湾曲の補正が困難となる。下限を越えると、軸外光束の上光線側でg線が外側に跳ね上げられる色のコマ収差が顕著になって補正が困難になる。

### 【0031】

第3レンズ群と第4レンズ群の構成に関し、第2の実施の形態にかかるズームレンズ2は次のような構成を有する。

### 【0032】

図5から分かるように、ズームレンズ2において、第3レンズ群Gr3は物体側より順に配列された、凸レンズG9、物体側に強い凸面を向けた凸レンズG10と像側に強い凹面を向けた凹レンズG11との接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群Gr4は凸単レンズG12から成り少なくとも1の面が非球面であり、

h3-i: 広角端において第1レンズ群Gr1に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、第3レンズ群Gr3の物体側からi番目の面における近軸光線高

f3: 第3レンズ群Gr3の焦点距離

f3-1: 第3レンズ群Gr3の凸単レンズの焦点距離

として、

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1$$

の各条件式(9)及び(10)を満足するものである。

### 【0033】

条件式(9)は、第4レンズ群Gr4の焦点距離を短縮することによって全長を短縮するための条件を示すものであり、上限を越えると十分な全長の短縮効果が得られない。下限を越えるとペッツバル和が小さくなりすぎて像面湾曲の補正が困難になる。

### 【0034】

条件式(10)は、第3レンズ群Gr3の第1レンズG9の偏心敏感度に関す



るものであり、条件式(9)を満足するように第3レンズ群G<sub>r3</sub>の各面の屈折力配置を決めるとき、正の屈折力がレンズG<sub>9</sub>に集中しすぎると、レンズG<sub>9</sub>に偏心又は倒れの誤差が生じたとき、収差劣化が顕著になって、量産における安定した性能維持が困難となるので、上限を越えないようにして正の屈折力を第3レンズ群G<sub>r3</sub>の第2レンズG<sub>10</sub>にも分担させることが重要である。下限を越えると、条件式(9)を満たすためには第3レンズ群G<sub>r3</sub>の接合レンズを構成しているレンズG<sub>10</sub>とレンズG<sub>11</sub>の合成厚を厚くする必要が生じ、バックフォーカスを短縮できても、全長の短縮にはならなくなって、本発明の目的である小型化を達成することができない。

#### 【0035】

第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>の構成に関し、第3の実施の形態にかかるズームレンズ3は次のような構成を有する。

#### 【0036】

図9で分かるように、第3レンズ群G<sub>r3</sub>は凸単レンズL<sub>9</sub>から成り少なくとも1の面が非球面で構成され、第4レンズ群G<sub>r4</sub>は、物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズL<sub>10</sub>と凹レンズL<sub>11</sub>と凸レンズL<sub>12</sub>との接合レンズで構成され、さらに少なくとも最も物体側の面を非球面とし、

n<sub>4-2</sub>: 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

f<sub>3</sub> : 第3レンズ群の焦点距離

f<sub>4</sub> : 第4レンズ群の焦点距離

として、

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(12) \quad 0.1 < f_3 / f_4 < 0.7$$

の各条件式(11)、(12)を満足するものである。

#### 【0037】

上記条件式(11)は、第4レンズ群G<sub>r4</sub>の凹レンズL<sub>11</sub>の硝材を規定するもので、屈折率を高くすることで、凸レンズL<sub>10</sub>、L<sub>12</sub>との接合面の曲率を緩くして、第4レンズ群G<sub>r4</sub>が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑えると共に、ペッツバル和をプラス側に補正する働き

があり、像面湾曲の補正に有利となる。

【0038】

条件式(12)は、第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>の焦点距離に関するものであり、下限を越えると球面収差の変動を抑えることが困難になったり、第4レンズ群G<sub>r4</sub>の移動量が大きくなって全長が大きくなったりする。上限を超えると第4レンズ群G<sub>r4</sub>の製造誤差による収差の劣化が大きくなり、好ましくない。

【0039】

第3レンズ群G<sub>r3</sub>と第4レンズ群G<sub>r4</sub>の構成に関し、第4の実施の形態にかかるズームレンズ4は次のような構成を有する。

【0040】

図13から分かるように、ズームレンズ4において、第3レンズ群G<sub>r3</sub>は物体側より順に配列された、凸レンズL<sub>9</sub>、物体側に強い凸面を向けた凸レンズL<sub>10</sub>と像側に強い凹面を向けた凹レンズL<sub>11</sub>との接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群G<sub>r4</sub>は両凸レンズL<sub>12</sub>と像側に凸面を向けた凹レンズL<sub>13</sub>との接合レンズによって構成され、少なくとも1の面が非球面であり、

h<sub>3-i</sub>: 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側からi番目の面における近軸光線高

f<sub>3</sub>: 第3レンズ群の焦点距離

f<sub>3-1</sub>: 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離

n<sub>4-2</sub>: 第4レンズ群の凹レンズのd線における屈折率

として、

$$(9) \quad 0.4 < h_{3-5} / h_{3-1} < 0.7$$

$$(11) \quad n_{4-2} > 1.8$$

$$(13) \quad 0.75 < f_3 / f_{3-1} < 1.3$$

の各条件式(9)、(11)、(13)を満足するものである。

【0041】

上記条件式(9)は、第4レンズ群G<sub>r</sub>4の焦点距離を短縮することによって全長を短縮するための条件を示すものであり、上限を超えると十分な全長の短縮効果が得られない。下限を越えるとペッツバル和が小さくなりすぎて像面湾曲の補正が困難になる。

#### 【0042】

条件式(11)は、第4レンズ群G<sub>r</sub>4の凹レンズL<sub>13</sub>の硝材を規定するもので、屈折率を高くすることで凸レンズL<sub>12</sub>との接合面の曲率を緩くして、第4レンズ群G<sub>r</sub>4が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑えると共に、ペッツバル和をプラス側に補正する働きがあり、像面湾曲の補正に有利となる。

#### 【0043】

条件式(13)は、第3レンズ群G<sub>r</sub>3の第1レンズL<sub>9</sub>の偏心敏感度に関するものであり、条件式(9)を満足するように第3レンズ群G<sub>r</sub>3の各面の屈折力配置を決めるとき、正の屈折力がレンズL<sub>9</sub>に集中しすぎると、レンズL<sub>9</sub>に偏心又は軸倒れ等の誤差が生じたとき、収差の劣化が顕著になって、量産における安定した性能の維持が困難となるので、上限を越えないようにして正の屈折力を第3レンズ群G<sub>r</sub>3の第2レンズL<sub>10</sub>にも分担させることが重要である。下限を越えると、条件式(9)を満たすためには第3レンズ群G<sub>r</sub>3の接合レンズを構成しているレンズL<sub>10</sub>とレンズL<sub>11</sub>の合成厚を厚くする必要性が生じ、バックフォーカスを短縮できても、全長の短縮にはならなくなって、本発明の目的である小型化を達成することが出来ない。

#### 【0044】

図17は本発明にかかる撮像装置100の構成例を示すブロック図である。図17において、101はフォーカスレンズ101aやバリエータレンズ101bを備えたズーミング可能な撮影レンズ、102はCCDなどの撮像素子、103は画像の歪曲を補正するなど各種動作の制御を行う画像制御回路、104は撮像素子102から得られる画像データを記憶する第1の画像メモリ、105は歪曲を補正した画像データを記憶する第2の画像メモリである。106は撮影レンズ101の歪曲収差情報を記憶するデータテーブル、107は撮影者のズーミング

の指示を電気信号に変換するズームスイッチである。

【0045】

なお、上記撮影レンズ101に、例えば、上記各実施の形態にかかるズームレンズ1、2、3又は4を適用した場合、フォーカスレンズ101aは第4レンズ群Gr4に相当し、バリエータレンズ101bは第2レンズ群Gr2に相当する。

【0046】

ズームレンズ101の歪曲収差に関し、図2乃至図4、図6乃至図8、図10乃至図12及び図14乃至図16に示すとおり、ズーミングによって歪曲収差曲線が変化する。従って、歪曲収差の変化はバリエータレンズ101bの位置に依存する。そこで、データテーブル106には、バリエータレンズ101bのある位置における第1の画像メモリ104と第2の画像メモリ105の二次元的な位置情報に関連づける変換座標係数が記憶されており、また、バリエータレンズ101bの位置は広角端から望遠端まで多くの位置に区切られて、各々の位置に対応した変換座標係数がデータテーブル106に記憶されている。

【0047】

撮影者がズームスイッチ107を操作して、バリエータレンズ101bの位置を移動させると、画像制御回路103は、フォーカスレンズ101aを移動させてフォーカスがボケないように制御すると共に、バリエータレンズ101bの位置に対応する変換座標係数をデータテーブル106から受け取る。なお、バリエータレンズ101b位置が予め区切られたいずれかの位置に一致していないときは、その近傍の位置の変換座標係数から補間などの処理により、適切な変換座標係数を得る。変換座標係数は二次元的に離散的に配置された画像上の点の位置を移動させるための係数であるが、離散的に配置された点と点との間の画像に関しては、補間などの処理によって移動すべき位置を求める。画像制御回路103は、撮像素子102から得られた第1の画像メモリ104の情報を、この変換座標係数に基づいて垂直及び水平の画像移動処理を行うことによって歪曲を補正し、該歪曲を補正した画像情報を第2の画像メモリ105に作成し、該第2の画像メモリ105に作成された画像情報に基づく信号を映像信号として出力する。

## 【0048】

次に、上記各実施の形態にかかるズームレンズ1、2、3及び4の数値実施例について説明する。

## 【0049】

なお、上記ズームレンズ1、2及び4において、第3レンズ群Gr3の直前に固定された絞りIRが位置され、また、第4レンズ群Gr4と像面IMGとの間にフィルタFLが介挿されている。ズームレンズ3にあつては、第3レンズ群Gr3の直後に固定された絞りIRが位置され、第4レンズ群Gr4と像面IMGとの間にフィルタFLが介挿されている。

## 【0050】

以下の説明において、「 $s_i$ 」は物体側から数えて $i$ 番目の面を、「 $r_i$ 」は物体側から数えて $i$ 番目の面「 $s_i$ 」の曲率半径を、「 $d_i$ 」は物体側から数えて $i$ 番目の面「 $s_i$ 」と $i+1$ 番目の面「 $s_{i+1}$ 」との軸上間隔を、「 $n_i$ 」は第 $i$ レンズ「 $L_i$ 」又は「 $G_i$ 」を構成する材質の $d$ 線（波長587.6nm）における屈折率を、「 $v_i$ 」は第 $i$ レンズ「 $L_i$ 」又は「 $G_i$ 」を構成する材質の $d$ 線におけるアッベ数を、「 $n_{FL}$ 」はフィルタFを構成する材質の $d$ 線における屈折率を、「 $v_{FL}$ 」はフィルタFLを構成する材質の $d$ 線におけるアッベ数を、「 $Fno$ 」は開放F値（Fナンバー）を、「 $\omega$ 」は半画角を、それぞれ示す。

## 【0051】

また、非球面形状は、「 $x_i$ 」を非球面の深さ、「 $H$ 」を光軸からの高さとする、次式（数1）によって定義されるものとする。

## 【0052】

【数 1】

$$xi = \frac{H^2}{ri \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{H^2}{ri^2}} \right)} + \sum A_j H^j$$

【0053】

表 1 に第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 の数値実施例における各値を示す。

【0054】

【表 1】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=-20.136	d 1=0.313	n 1=1.88300	v 1=40.8
s 2	r 2=6.978	d 2=0.587		
s 3	r 3=∞	d 3=2.577	n 2=1.83481	v 2=42.7
s 4	r 4=-6.794	d 4=0.078		
s 5	r 5=9.228	d 5=0.215	n 3=1.92286	v 3=20.9
s 6	r 6=3.996	d 6=0.785	n 4=1.51680	v 4=64.2
s 7	r 7=59.327	d 7=0.078		
s 8	r 8=3.907	d 8=0.625	n 5=1.83481	v 5=42.7
s 9	r 9=68.355	d 9=variable		
s 10	r 10=8.681	d 10=0.176	n 6=1.88300	v 6=40.8
s 11	r 11=1.765	d 11=0.489		
s 12	r 12=-1.856	d 12=0.156	n 7=1.88300	v 7=40.8
s 13	r 13=1.728	d 13=0.479	n 8=1.92286	v 8=20.9
s 14	r 14=-9.711	d 14=variable		
s 15	r 15=∞(絞り)	d 15=0.692		
s 16	r 16=2.762	d 16=0.794	n 9=1.51680	v 9=64.2
s 17	r 17=-21.701	d 17=variable		
s 18	r 18=2.823	d 18=0.156	n 10=1.92286	v 10=20.9
s 19	r 19=1.698	d 19=1.110	n 11=1.51680	v 11=64.2
s 20	r 20=-3.111	d 20=variable		
s 21	r 21=∞(フィルタ)	d 21=0.809	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 22	r 22=∞(フィルタ)	d 22=0.313 (Back Focus)		

【0055】

第 3 レンズ群 G r 3 の凸レンズ L 9 の両面 s 1 6、s 1 7 及び第 4 レンズ群 G

r 4 の両凸レンズ L 1 1 の像側の面 s 2 0 は非球面に形成されている。そこで、表 2 に上記各面 s 1 6、s 1 7 及び s 2 0 の 4 次、6 次、8 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8 を示す。

【0056】

【表 2】

非球面係数	A 4	A 6	A 8
s 16	$-0.7793 \times 10^{-2}$	$-0.8078 \times 10^{-2}$	$-0.8211 \times 10^{-3}$
s 17	$+0.6459 \times 10^{-2}$	$-0.8733 \times 10^{-2}$	$-0.8647 \times 10^{-3}$
s 20	$+0.1245 \times 10^{-1}$	$+0.8698 \times 10^{-3}$	$-0.8647 \times 10^{-3}$

【0057】

ズームレンズ 1 において軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 20 はズーミングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー F n o、画角 ( $2\omega$ )、軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 20 を表 3 に示す。

【0058】

【表 3】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.00	3.42	5.40
F n o	1.85	2.20	2.54
画角 ( $2\omega$ )	78.0	22.6	14.28
d 9	0.156	2.108	2.677
d 14	2.780	0.829	0.260
d 17	1.250	0.597	0.898
d 20	2.231	2.884	2.583

【0059】

図 2 乃至図 4 に上記数値実施例におけるズームレンズ 1 の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は g 線（波長 435.8 nm）、一点鎖線は C 線（波長 656.3 nm）の値をそれぞれ示

すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

【0060】

次に、ズームレンズ1の上記数値実施例における各条件式(1)乃至(8)の値を以下に示す。

【0061】

- (1)  $h1-1/h1-4 = 1.3485$
- (2)  $d1-2/d1-3 = 0.228$
- (3)  $n1-2 = 1.83481$
- (4)  $H1' / f1 = 0.2477$ 、 $f1 = 3.953$
- (5)  $(n2-1 + n2-2) / 2 = 1.88300$
- (6)  $f3/r3-2 = -0.221$ 、 $f3 = 4.794$
- (7)  $r4+1/r4-3 = -0.9076$
- (8)  $r4-2/f4 = 0.4151$ 、 $f4 = 4.091$ 。

【0062】

表4に第2の実施の形態にかかるズームレンズ2の数値実施例における各値を示す。

【0063】



【表4】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=-14.698	d 1=0.333	n 1=1.88300	v 1=40.8
s 2	r 2=6.801	d 2=0.561		
s 3	r 3= $\infty$	d 3=3.149	n 2=1.85000	v 2=43.0
s 4	r 4=-6.319	d 4=0.078		
s 5	r 5=-71.436	d 5=0.254	n 3=1.92286	v 3=20.9
s 6	r 6=8.047	d 6=0.781	n 4=1.69680	v 4=55.5
s 7	r 7=-11.279	d 7=0.078		
s 8	r 8=3.875	d 8=0.679	n 5=1.77250	v 5=49.6
s 9	r 9=18.782	d 9=variable		
s 10	d 10=10.076	d 10=0.176	n 6=1.88300	v 6=40.8
s 11	r 11=1.918	d 11=0.500		
s 12	r 12=-2.091	d 12=0.156	n 7=1.88300	v 7=40.8
s 13	r 13=1.666	d 13=0.490	n 8=1.92286	v 8=20.9
s 14	r 14=-12.657	d 14=variable		
s 15	r 15= $\infty$ (絞り)	d 15=0.589		
s 16	r 16=3.728	d 16=0.693	n 9=1.77310	v 9=47.2
s 17	r 17=-9.413	d 17=0.078		
s 18	r 18=2.116	d 18=1.747	n 10=1.51680	v 10=64.2
s 19	r 19=-3.404	d 19=0.157	n 11=1.92286	v 11=20.9
s 20	r 20=2.019	d 20=variable		
s 21	R21=1.829	d 21=0.753	n 12=1.58313	v 12=59.5
s 22	r 22=-4.055	d 22=variable		
s 23	r 23= $\infty$ (フィルタ)	d 23=0.810	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 24	r 24= $\infty$ (フィルタ)	d 24=0.313 (Back Focus)		

【0064】

第3レンズ群G r 3の凸レンズG 9の物体側の面s 16、第4レンズ群G r 4

の凸単レンズ G 1 2 の両面 s 2 1、s 2 2 は非球面に形成されている。そこで、表 5 に上記各面 s 1 6、s 2 1 及び s 2 2 の 4 次、6 次、8 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8 を示す。

【0065】

【表 5】

非球面係数	A 4	A 6	A 8
s 1 6	$-0.4018 \times 10^{-2}$	$+0.6566 \times 10^{-3}$	$-0.9748 \times 10^{-4}$
s 2 1	$-0.3153 \times 10^{-1}$	0	0
s 2 2	$+0.2686 \times 10^{-1}$	0	$+0.2388 \times 10^{-2}$

【0066】

ズームレンズ 2 において軸上間隔 d 9、d 1 4、d 2 0、d 2 2 はズーミングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー F n o、画角 ( $2\omega$ )、軸上間隔 d 9、d 1 4、d 2 0、d 2 2 を表 6 に示す。

【0067】

【表 6】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.00	2.89	5.32
F n o	1.85	2.21	2.70
画角 ( $2\omega$ )	78.4	26.4	14.12
d 9	0.176	1.969	2.745
d 1 4	2.899	1.107	0.330
d 2 0	0.840	0.350	0.841
d 2 2	0.634	1.124	0.634

【0068】

図6乃至図8に上記数値実施例におけるズームレンズ2の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はg線（波長435.8nm）、一点鎖線はC線（波長656.3nm）の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

# 【0069】

次に、ズームレンズ2の上記数値実施例における各条件式（1）乃至（5）、（9）および（10）の値を以下に示す。

# 【0070】

- (1)  $h1-1/h1-4=1.4461$
- (2)  $d1-2/d1-3=0.178$
- (3)  $n1-2=1.83500$
- (4)  $H1'/f1=0.3488$ 、 $f1=3.705$
- (5)  $(n2-1+n2-2)/2=1.88300$
- (9)  $h3-5/h3-1=0.533$
- (10)  $f3/f3-1=0.843$ 、 $f3=2.981$ 。

# 【0071】

表7に第3の実施の形態にかかるズームレンズ3の数値実施例における各値を示す。

# 【0072】

【表 7】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1 = -28.4470	d 1 = 0.8	n 1 = 1.88300	v 1 = 40.8
s 2	r 2 = 23.1427	d 2 = 1.6311		
s 3	r 3 = $\infty$	d 3 = 7.1580	n 2 = 1.83481	v 2 = 42.7
s 4	r 4 = -16.6167	d 4 = 0.3103		
s 5	r 5 = 22.9139	d 5 = 0.6	n 3 = 1.84666	v 3 = 23.8
s 6	r 6 = 11.9511	d 6 = 1.9324	n 4 = 1.58913	v 4 = 61.2
s 7	r 7 = 35.9589	d 7 = 0.1		
s 8	r 8 = 11.7395	d 8 = 1.9198	n 5 = 1.69350	v 5 = 53.3
s 9	r 9 = 79.5152	d 9 = variable		
s 10	r 10 = 9.8681	d 10 = 0.6	n 6 = 1.88300	v 6 = 40.8
s 11	r 11 = 4.0479	d 11 = 1.7056		
s 12	r 12 = -4.6659	d 12 = 0.6353	n 7 = 1.77250	v 7 = 49.6
s 13	r 13 = 4.4788	d 13 = 1.1190	n 8 = 1.84666	v 8 = 23.8
s 14	r 14 = 741.4375	d 14 = variable		
s 15	r 15 = 7.8454	d 15 = 1.3359	n 9 = 1.58313	v 9 = 59.5
s 16	r 16 = -78.4964	d 16 = 1.0464		
s 17	r 17 = $\infty$ (絞り)	d 17 = variable		
s 18	r 18 = 8.6702	d 18 = 0.7772	n 10 = 1.58313	v 10 = 59.5
s 19	r 19 = $\infty$	d 19 = 0.55	n 11 = 1.84666	v 11 = 23.8
s 20	r 20 = 6.1465	d 20 = 1.6626	n 12 = 1.69680	v 12 = 55.5
s 21	r 21 = -7.7211	d 21 = variable		
s 22	r 22 = $\infty$ (フィルタ)	d 22 = 0.81	n FL = 1.51680	v FL = 64.2
s 23	r 23 = $\infty$ (フィルタ)	d 23 = 0.3 (Back Focus)		

## 【0073】

第1レンズ群G r 1の凸レンズL 5の物体側の面s 8、第3レンズ群G r 3の両凸レンズL 9の物体側の面s 15及び第4レンズ群G r 4の凸レンズL 10の物体側の面s 18は非球面に形成されている。そこで、表8に上記各面s 8、s 15及びs 18の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を示す。

## 【0074】

【表 8】

非球面係数	A 4	A 6	A 8	A 10
s 8	$-0.54 \times 10^{-5}$	$0.18 \times 10^{-6}$	$-0.62 \times 10^{-8}$	$0.12 \times 10^{-9}$
s 15	$-0.33 \times 10^{-3}$	$-0.68 \times 10^{-4}$	$0.86 \times 10^{-5}$	$-0.48 \times 10^{-6}$
s 18	$-0.15 \times 10^{-2}$	$0.37 \times 10^{-4}$	$-0.82 \times 10^{-5}$	$0.58 \times 10^{-6}$

## 【0075】

ズームレンズ 3 において軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 21 はズーミングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー F n o、画角 (2 ω)、軸上間隔 d 9、d 14、d 17、d 21 を表 9 に示す。

## 【0076】

【表 9】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.66	5.24	16.57
F n o	1.75	1.93	2.07
画角 (2 ω)	76.2	24.2	7.7
d 9	0.6695	7.2471	11.3733
d 14	11.5083	4.9262	0.8
d 17	3.6681	1.9519	1.4864
d 21	4.8648	6.5809	7.0464

## 【0077】

図 10 乃至図 12 に上記数値実施例におけるズームレンズ 3 の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は g 線 (波長 435.8 nm)、一点鎖線は C 線 (波長 656.3 nm) の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

## 【0078】

次に、ズームレンズ 3 の上記数値実施例における各条件式 (1) 乃至 (5)、(11) 及び (12) の値を以下に示す。

## 【0079】

$$(1) \quad h1-1/h1-4 = 1.400$$

- (2)  $d_{1-2}/d_{1-3}=0.228$   
 (3)  $n_{1-2}=1.835$   
 (4)  $H1'/f1=0.265$   
 (5)  $(n_{2-1}+n_{2-2})/2=1.828$   
 (11)  $n_{4-2}=1.847$   
 (12)  $f3/f4=0.65$

表10に第4の実施の形態にかかるズームレンズ4の数値実施例における各値を示す。

【0080】

【表10】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=-134.7480	d 1=0.9	n 1=1.88300	v 1=40.8
s 2	r 2=14.0169	d 2=2.8277		
s 3	r 3= $\infty$	d 3=7.2	n 2=1.83481	v 2=42.7
s 4	r 4=-21.7936	d 4=0.3		
s 5	r 5=31.7581	d 5=0.9	n 3=1.84666	v 3=23.8
s 6	r 6=12.3060	d 6=2.85	n 4=1.69680	v 4=55.5
s 7	r 7=35	d 7=0.3		
s 8	r 8=14.4794	d 8=2.4486	n 5=1.80420	v 5=46.5
s 9	r 9=-153.0462	d 9=variable		
s 10	r 10=-72.8852	d 10=0.7	n 6=1.834	v 6=37.3
s 11	r 11=4.6392	d 11=1.5177		
s 12	r 12=-6.4592	d 12=0.4	n 7=1.77250	v 7=49.6
s 13	r 13=4.3151	d 13=1.4199	n 8=1.84666	v 8=23.8
s 14	r 14=-36.2647	d 14=variable		
s 15	r 15= $\infty$ (絞り)	d 15=1.0326		
s 16	r 16=9.6975	d 16=1.2318	n 9=1.80610	v 9=40.7
s 17	r 17=-991.6604	d 17=0.2855		
s 18	r 18=9.2949	d 18=2.5216	n 10=1.58144	v 10=40.9
s 19	r 19=-75.9863	d 19=0.7988	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 20	r 20=7.4277	d 20=variable		
s 21	r 21=10.7553	d 21=2.1939	n 12=1.58913	v 12=61.2
s 22	r 22=-4.8461	d 22=0.7	n 13=1.80518	v 13=25.5
s 23	r 23=-7.8609	d 23=variable		
s 24	r 24= $\infty$ (フィルタ)	d 24=0.81	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 25	r 25= $\infty$ (フィルタ)	d 25=0.3 (Back Focus)		

【0081】

第3レンズ群G r 3の凸レンズL 9の像側の面s 17、第4レンズ群G r 4の

レンズ L12 の物体側の面 s21 は非球面に形成されている。そこで、表 11 に上記各面 s17 及び s21 の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A4、A6、A8、A10 を示す。

【0082】

【表 11】

非球面係数	A4	A6	A8	A10
s17	$0.17 \times 10^{-3}$	$0.44 \times 10^{-5}$	$-0.25 \times 10^{-8}$	$0.51 \times 10^{-8}$
s21	$-0.60 \times 10^{-8}$	$-0.29 \times 10^{-5}$	$0.98 \times 10^{-6}$	$-0.48 \times 10^{-7}$

【0083】

ズームレンズ 4 において、軸上間隔 d9、d14、d20、d23 はズーミングによって変化する。そこで、広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、F ナンバー Fno、画角 (2 $\omega$ )、軸上間隔 d9、d14、d20、d23 を表 12 に示す。

【0084】

【表 12】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	2.31	7.23	22.61
Fno	1.78	2.14	2.86
画角 (2 $\omega$ )	78.0	25.0	8.4
d9	0.8719	7.3280	11.4029
d14	11.8310	5.3749	1.3
d20	5.5386	2.3561	1.2019
d23	7.5197	10.7022	11.8565

【0085】

図 14 乃至図 16 に上記数値実施例におけるズームレンズ 4 の球面収差、歪曲収差及び非点収差を示す。なお、球面収差図において、実線は e 線、破線は g 線 (波長 435.8 nm)、一点鎖線は C 線 (波長 656.3 nm) の値をそれぞれ示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面歪曲、破線はメリディオナル像面歪曲の値をそれぞれ示すものである。

【0086】

次に、ズームレンズ4の上記数値実施例における各条件式(1)乃至(5)、(9)、(11)及び(13)の値を以下に示す。

【0087】

- (1)  $h1-1/h1-4 = 1.400$
- (2)  $d1-2/d1-3 = 0.393$
- (3)  $n1-2 = 1.835$
- (4)  $H1'/f1 = 0.277$
- (5)  $(n2-1+n2-2)/2 = 1.803$
- (9)  $h3-5/h3-1 = 0.771$
- (11)  $n4-2 = 1.805$
- (13)  $f3/f3-1 = 1.261$

なお、上記した実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0088】

【発明の効果】

以上に記載したところから明らかなように、本発明ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、 $f1$ :第1レンズ群の焦点距離、 $h1-i$ :第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第*i*面における近軸光線高、 $d1-i$ :第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、 $n1-i$ :第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H1$



’ : 第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔 (－は物体側、＋は像側) として、(1)  $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、(2)  $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、(3)  $1.65 < n_{1-2}$ 、(4)  $0.1 < H_{1-1}'/f_{1-1} < 0.6$  の各条件式を満足するようにしたことを特徴とする。

#### 【0089】

従って、本発明ズームレンズにあっては、諸収差の補正が可能になると共に、広角化と前玉径の小型化を両立させることができる。例えば、ズーム比がほぼ10倍で、広角端の画角が76度を超え、広角端のFナンバーがF1.7～F1.8程度の性能において、前玉径が対角線寸法の5倍～7倍程度と極めて小型にすることが可能である。

#### 【0090】

請求項2に記載した発明にあっては、第2レンズ群は物体側より順に配列された、像側に強い凹面を向けた凹メニスカスレンズ、両凹レンズと凸レンズとの接合レンズの3枚のレンズで構成され、 $n_{2-1}$ : 第2レンズ群の凹メニスカスレンズのd線における屈折率、 $n_{2-2}$ : 第2レンズ群の両凹レンズのd線における屈折率として、(5)  $1.8 < (n_{2-1} + n_{2-2})/2$  の条件式を満足するように構成されたので、ペッツバル和が小さくなりすぎるのを防ぐことでペッツバル和を最適化することが出来て、像面湾曲の補正が容易になり、良好な画像を得ることが出来る。

#### 【0091】

請求項3及び請求項4に記載した発明にあっては、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズと像側の面が非球面である両凸レンズとの接合レンズから成り、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離、 $f_4$ : 第4レンズ群の焦点距離、 $r_{3-2}$ : 第3レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径、 $r_{4-1}$ : 第4レンズ群の凹メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径、 $r_{4-2}$ : 第4レンズ群の接合面の曲率半径、 $r_{4-3}$ : 第4レンズ群の凸レンズの像側の面の曲率半径として、(6)  $-0.4 < f_3/r_{3-2} < 0.4$ 、(7)  $-1.25 < r_{4-1}/r_{4-3} < -0.8$ 、(8)  $0.3 < r_{4-2}/f_4 < 0.6$  の各条件式を満足する

ようにしたので、コマ収差や球面収差及び像面湾曲がバランス良く補正され、さらに、第3レンズ群や第4レンズ群における各レンズ間及びレンズ群間の偏心が画質に影響する敏感度を緩やかにして、安定した性能での量産が可能になる。

#### 【0092】

請求項5及び請求項6に記載した発明にあっては、第3レンズ群は物体側より順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、 $h_{3-i}$ : 広角端において第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第3レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高、 $f_3$ : 第3レンズ群の焦点距離、 $f_{3-1}$ : 第3レンズ群の凸単レンズの焦点距離として、 $(9) 0.4 < h_{3-5}/h_{3-1} < 0.7$ 、 $(10) 0.75 < f_3/f_{3-1} < 1$  の各条件式を満足するようにしたので、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化に寄与する。

#### 【0093】

請求項7及び請求項8に記載した発明にあっては、第3レンズ群は凸単レンズから成り少なくとも1の面が非球面であり、第4レンズ群は物体側より順に配列された、物体側に凸面を向けた凸レンズと凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成ると共に少なくとも最も物体側の面が非球面とされ、 $n_{4-2}$ を第4レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率、 $f_3$ を第3レンズ群の焦点距離、 $f_4$ を第4レンズ群の焦点距離として、 $(11) n_{4-2} > 1.8$ 、 $(12) 0.1 < f_3/f_4 < 0.7$  の各条件式を満足するようにしたので、第4レンズ群が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑え、ベッツバル和をプラス側に補正することで像面湾曲の効果的な補正が可能になると共に、球面収差の変動を抑え、性能の劣化を招くこと無しにズームレンズ全系の小型化をすることが出来、加えて、第4レンズ群の製造公差による性能の劣化を緩和することが出来る。

#### 【0094】

請求項9及び請求項10に記載した発明にあっては、第3レンズ群は物体側よ

り順に配列された、凸レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズと像側に強い凹面を向けた凹レンズとの接合レンズから成ると共に 1 の面が非球面であり、第 4 レンズ群は両凸レンズと像側に凸面を有する凹レンズとの接合レンズから成り少なくとも 1 の面が非球面であり、 $h_{3-i}$  を広角端において第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの第 3 レンズ群の物体側から  $i$  番目の面における近軸光線高、 $f_3$  を第 3 レンズ群の焦点距離、 $f_{3-1}$  を第 3 レンズ群の凸単レンズの焦点距離、 $n_{4-2}$  を第 4 レンズ群の凹レンズの  $d$  線における屈折率として、 $(9) 0.4 < h_{3-5}/h_{3-1} < 0.7$ 、 $(11) n_{4-2} > 1.8$ 、 $(13) 0.75 < f_3/f_{3-1} < 1.3$  の各条件式を満足するようにしたので、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化することが出来る。

### 【0095】

本発明撮像装置は、ズームレンズと、該ズームレンズによって取り込んだ画像を電氣的な画像信号に変換する撮像手段と、画像制御手段とを備え、上記画像制御手段は、上記ズームレンズによる変倍率に応じて予め用意されている変換座標係数を参照しながら、上記撮像手段によって形成された画像信号によって規定される画像上の点を移動させて座標変換した新たな画像信号を形成し、該新たな画像信号を出力するように構成され、上記ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群は固定で、第 2 レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第 4 レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うように構成され、上記第 1 レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの 5 枚のレンズで構成され、 $f_1$ : 第 1 レンズ群の焦点距離、 $h_{1-i}$ : 第 1 レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの物体側から第  $i$  面における近軸光線高、 $d_{1-i}$ : 第 1 レンズ群の第  $i$  面から第  $i+1$  面までの軸上間隔、 $n_{1-i}$ : 第 1 レンズ群の  $i$  番目のレンズの  $d$  線における屈折率、 $H_1'$ : 第 1 レンズ群の最も像側の面の頂点から第 1 レンズ群の像側の主点までの間隔（－は物体側、＋は像

側)として、(1)  $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、(2)  $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、(3)  $1.65 < n_{1-2}$ 、(4)  $0.1 < H_{1'}/f_1 < 0.6$ の各条件式を満足するようにしたことを特徴とする。

【0096】

従って、本発明撮像装置にあつては、広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能になる。

【0097】

請求項12に記載した発明にあつては、請求項2に記載のズームレンズを使用することによって、ペッツバル和が小さくなりすぎるのを防ぐことができ、像面湾曲の補正が容易になる。

【0098】

請求項13及び請求項14に記載した発明にあつては、請求項3及び請求項4に記載のズームレンズを使用することによって、コマ収差や球面収差及び像面湾曲がバランス良く補正され、さらに、第3レンズ群や第4レンズ群における各レンズ間及びレンズ群間の偏心が画質に影響する敏感度を緩やかにして、安定した性能での量産が可能になる。

【0099】

請求項15及び請求項16に記載した発明にあつては、請求項5及び請求項6に記載のズームレンズを使用することによって、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化に寄与する。

【0100】

請求項17及び請求項18に記載した発明にあつては、請求項7及び請求項8に記載のズームレンズを使用することによって、第4レンズ群が移動することによる色収差及び球面収差の色による曲がりの変動を抑え、ペッツバル和をプラス側に補正することで像面湾曲の効果的な補正が可能になると共に、球面収差の変動を抑え、性能の劣化を招くこと無しにズームレンズ全系の小型化をすることが出来、加えて、第4レンズ群の製造公差による性能の劣化を緩和することが出

来る。

【0101】

請求項19及び請求項20に記載した発明にあつては、請求項9及び請求項10に記載のズームレンズを使用することによって、各種収差を良好に補正しながら、全長を短縮化して小型化をすることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図2乃至図4と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図2】

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図3】

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図4】

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図5】

図6乃至図8と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図6】

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図7】

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図8】

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図9】

図10乃至図12と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

**【図 10】**

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 11】**

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 12】**

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 13】**

図 14 乃至図 16 と共に本発明ズームレンズの第 4 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

**【図 14】**

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 15】**

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 16】**

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

**【図 17】**

本発明撮像装置の実施の形態の構成を示すブロック図である。

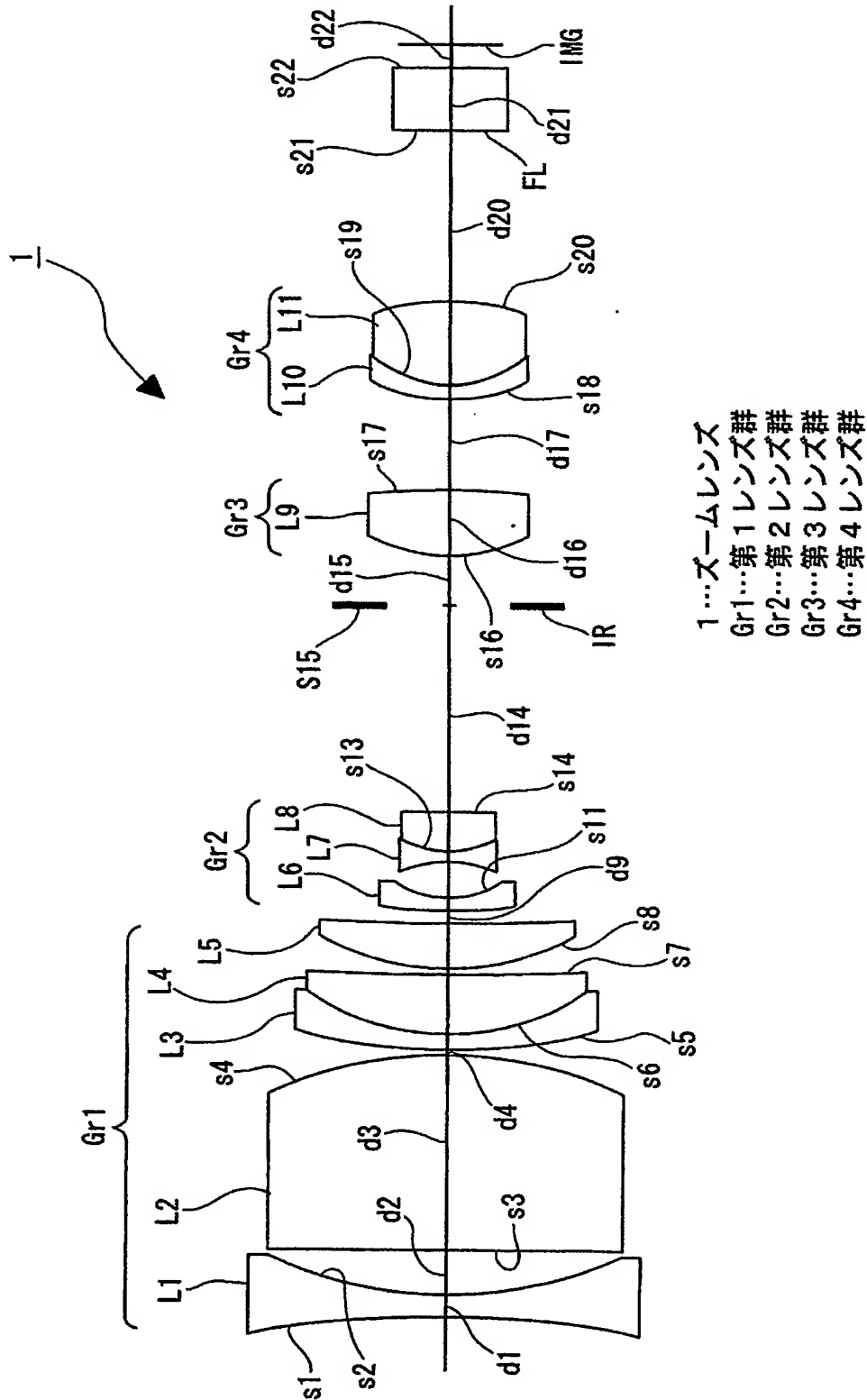
**【符号の説明】**

1…ズームレンズ、2…ズームレンズ、3…ズームレンズ、4…ズームレンズ、  
Gr 1…第 1 レンズ群、Gr 2…第 2 レンズ群、Gr 3…第 3 レンズ群、Gr 4…第 4 レンズ群、  
100…撮像装置、101…撮影レンズ（ズームレンズ）、  
102…撮像素子（撮像手段）、103…画像処理手段（画像処理回路）

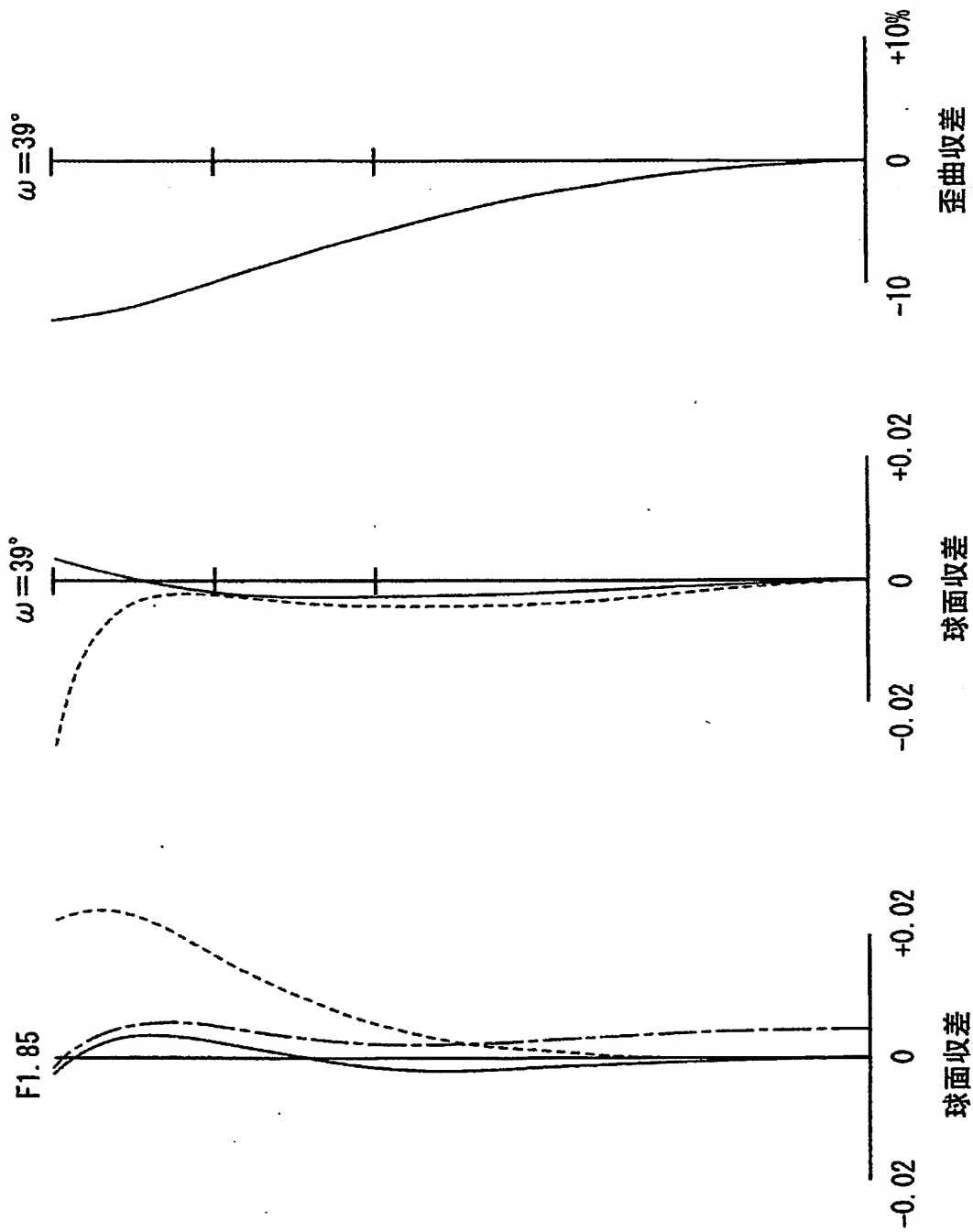
【書類名】

図面

【図1】

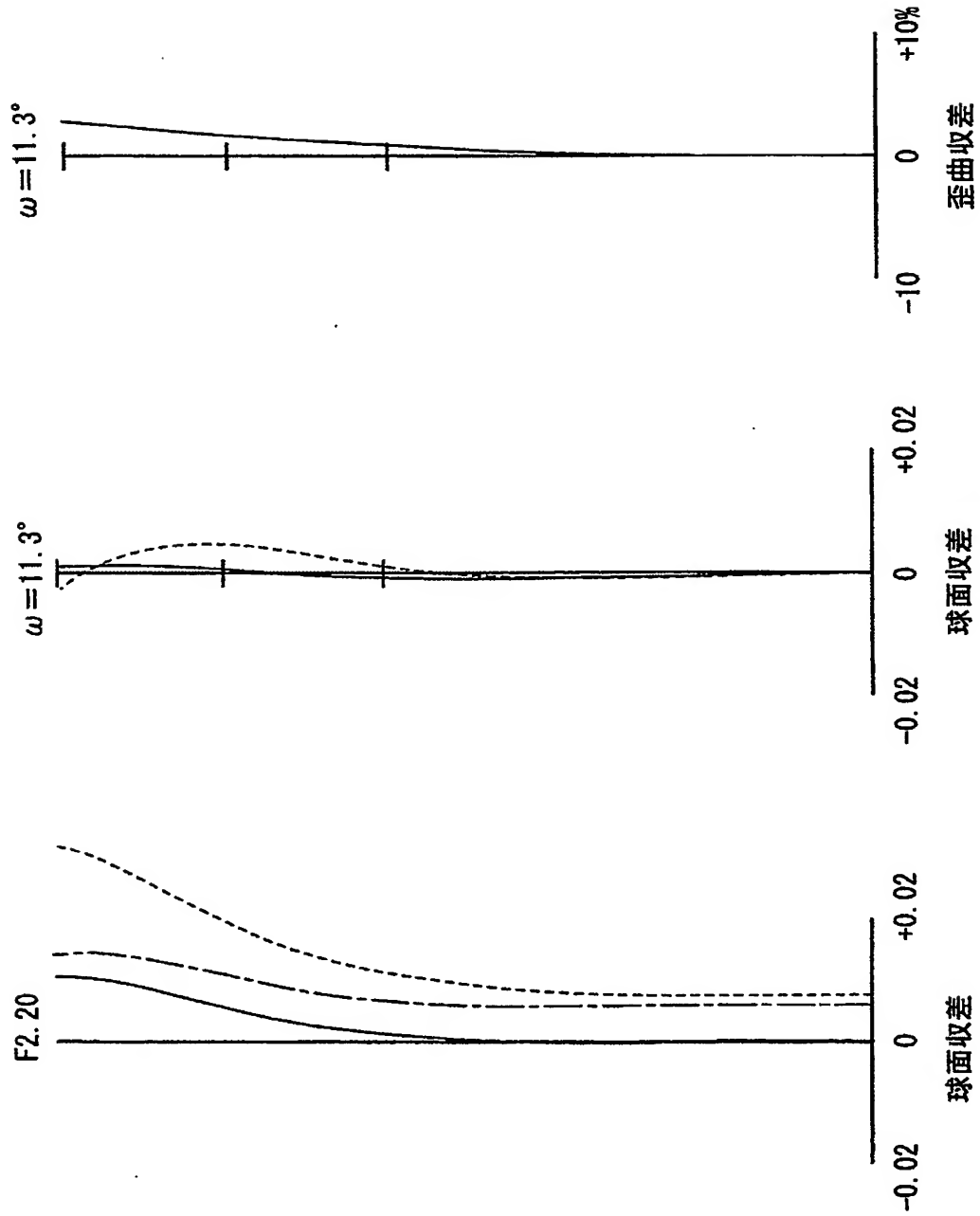


【図 2】

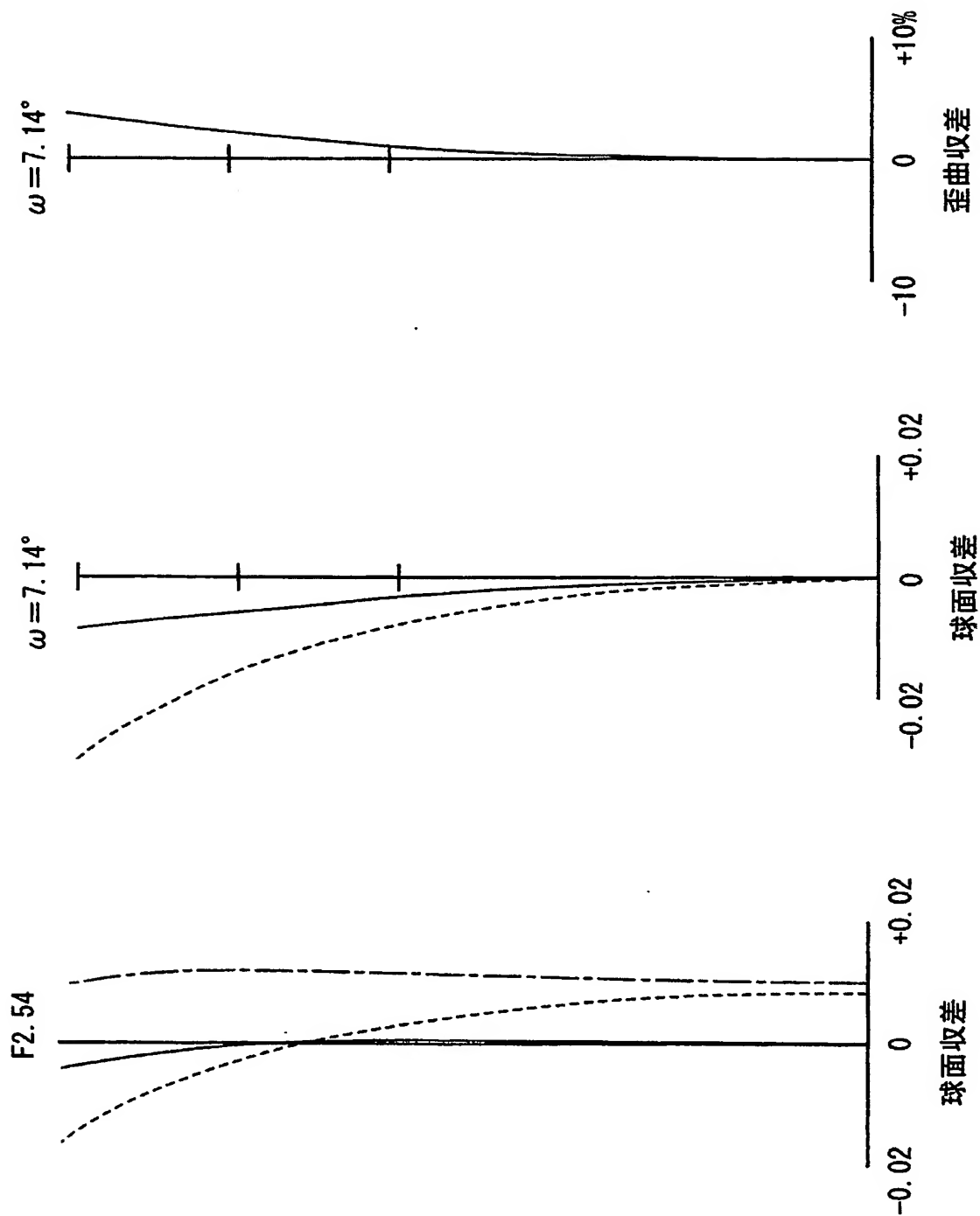




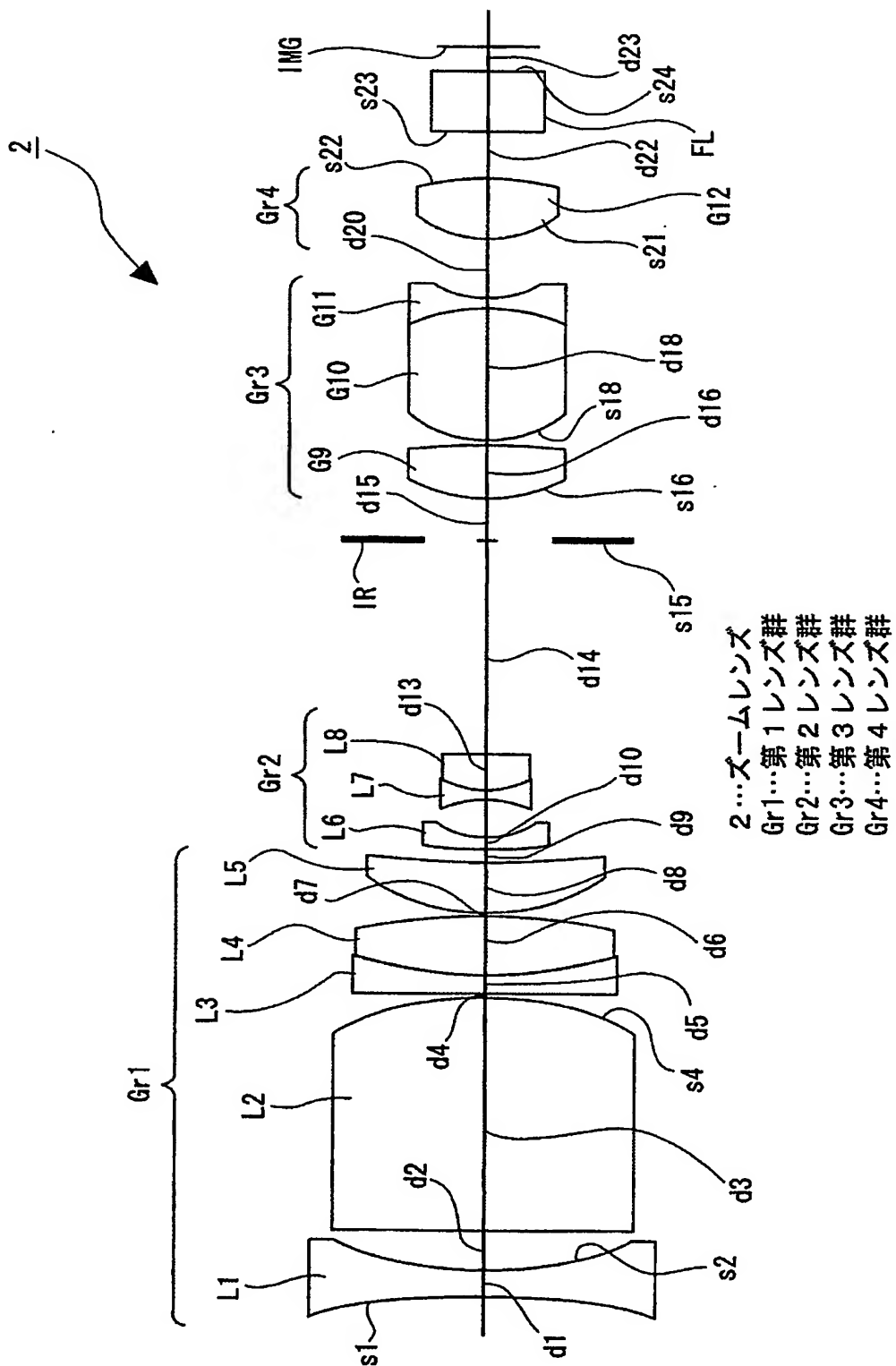
【図 3】



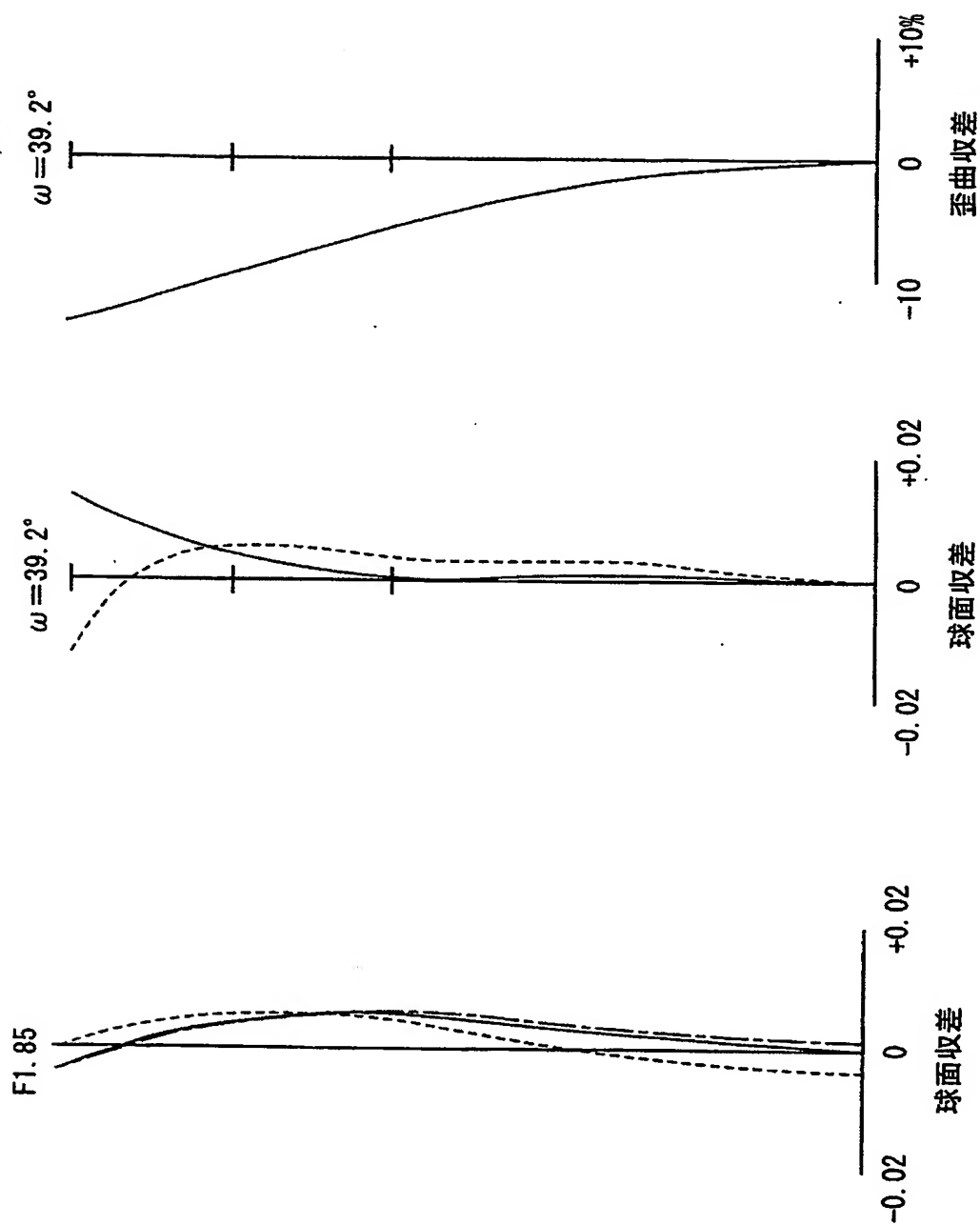
【図 4】



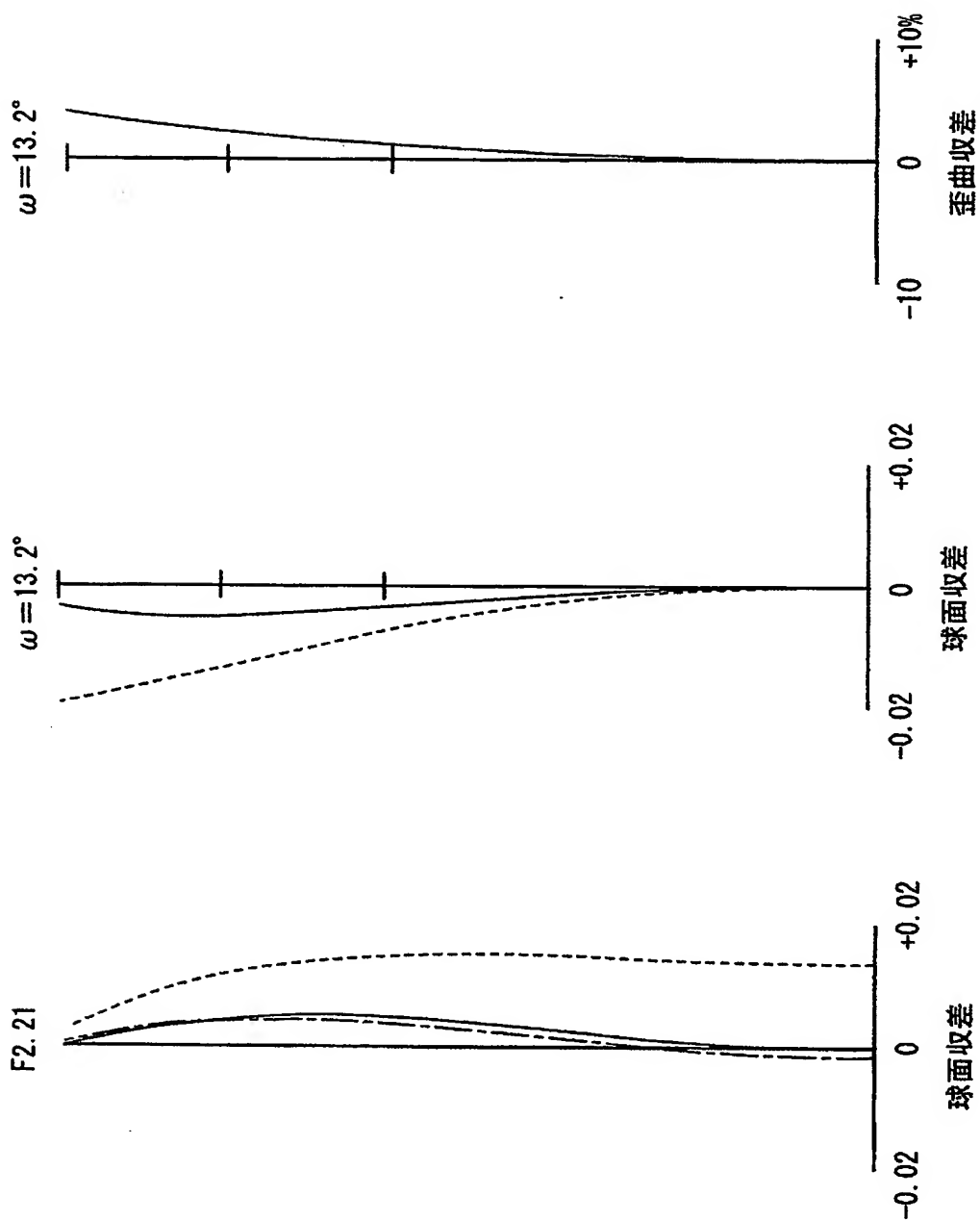
【図5】



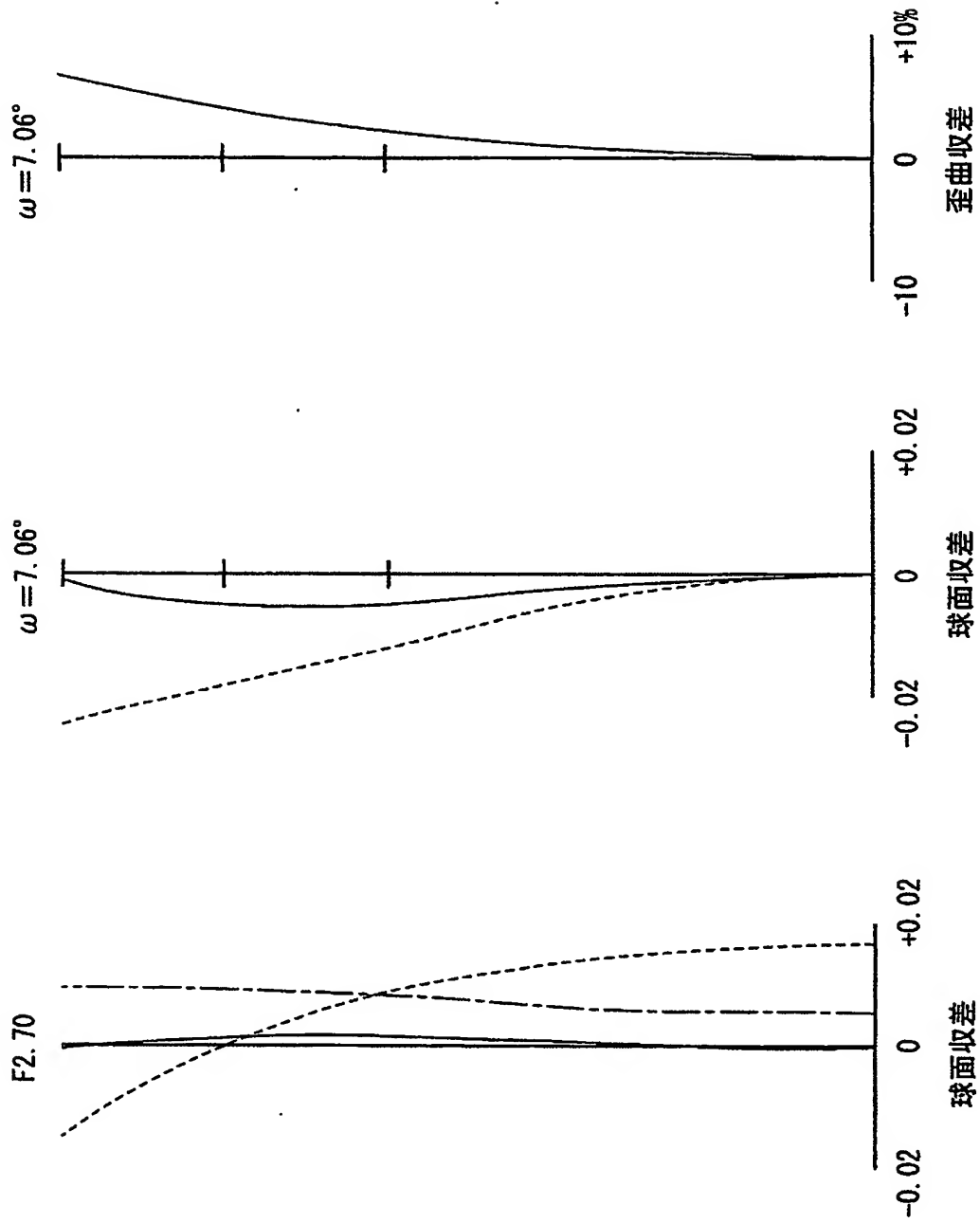
【図 6】



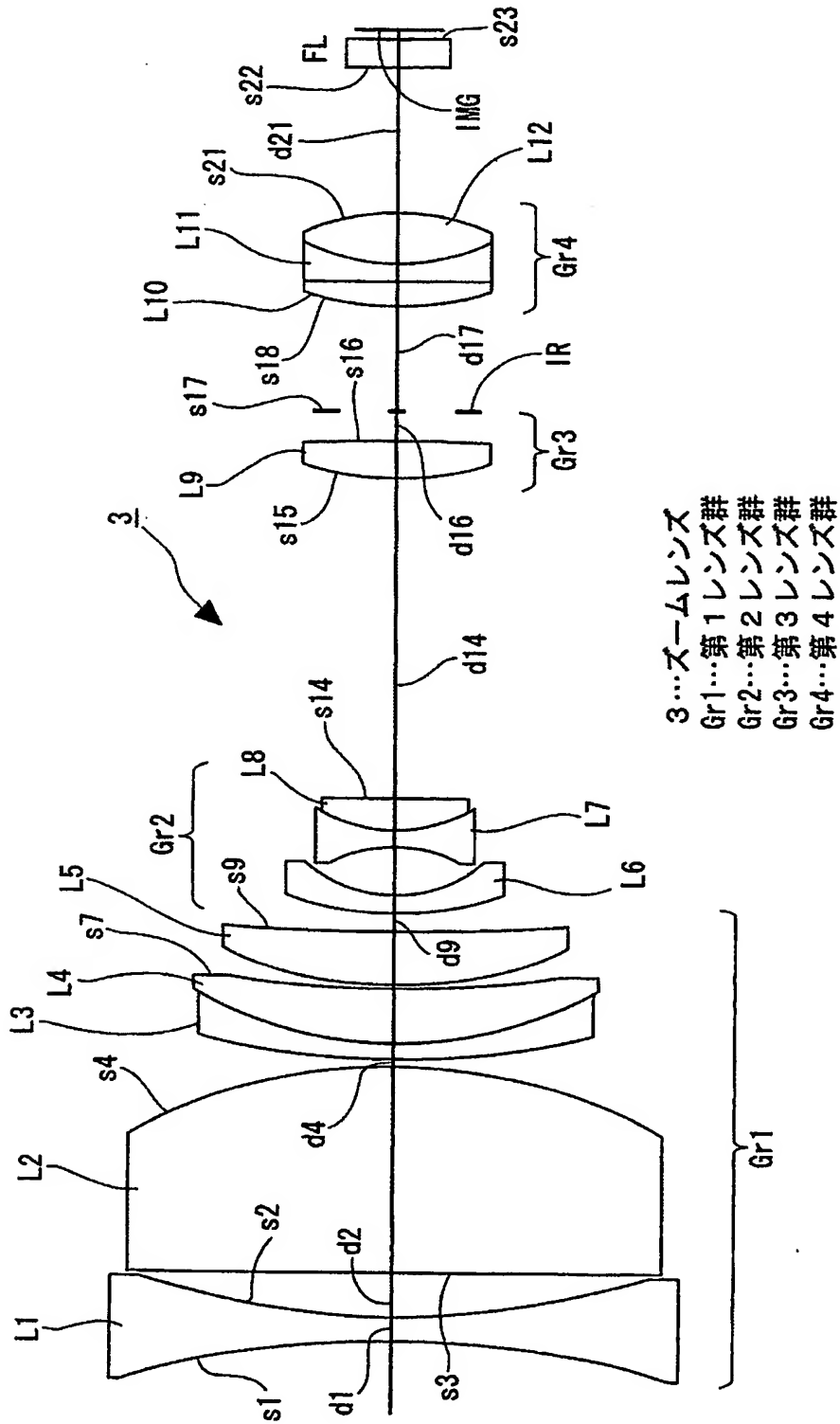
【図 7】



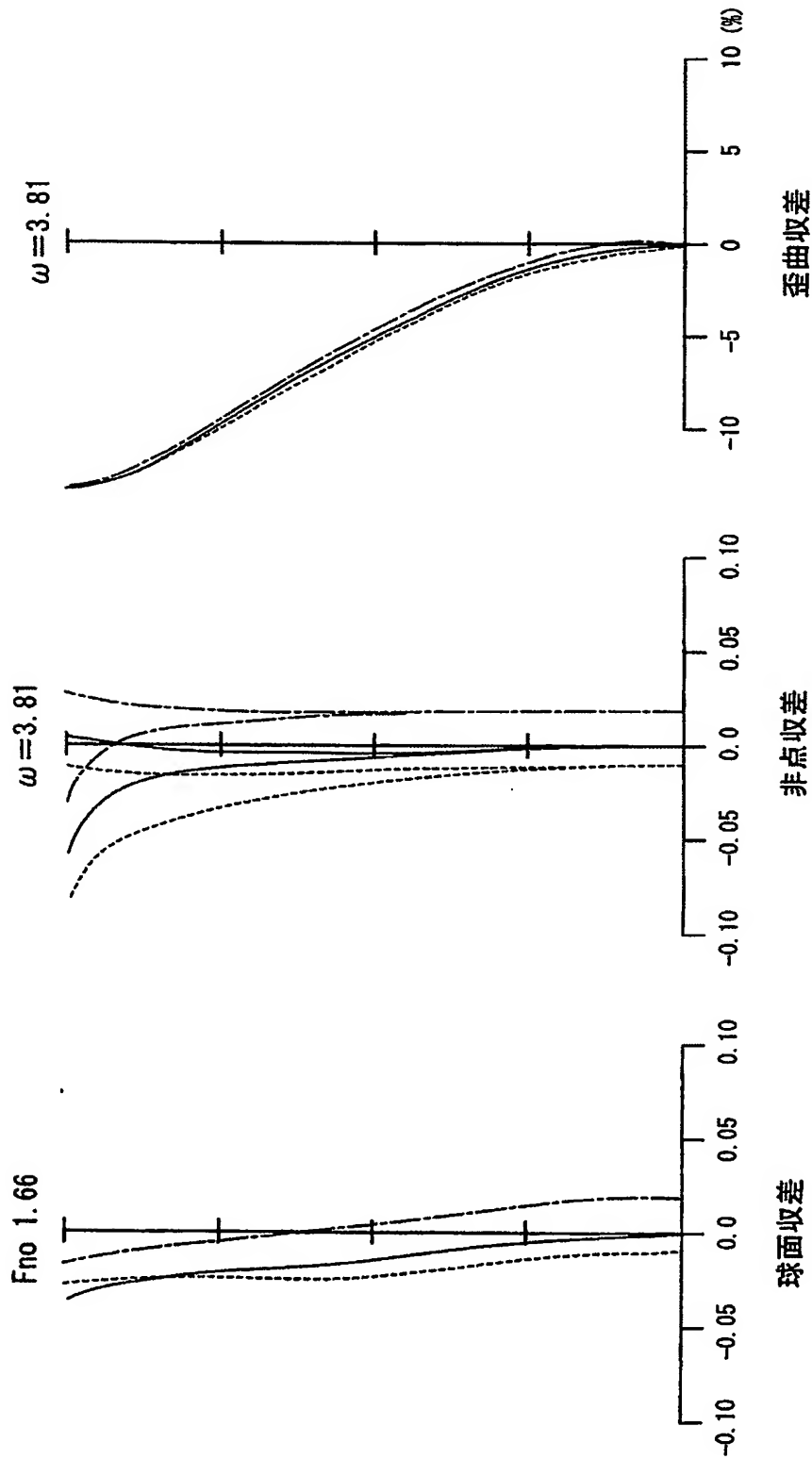
【図 8】



【図9】

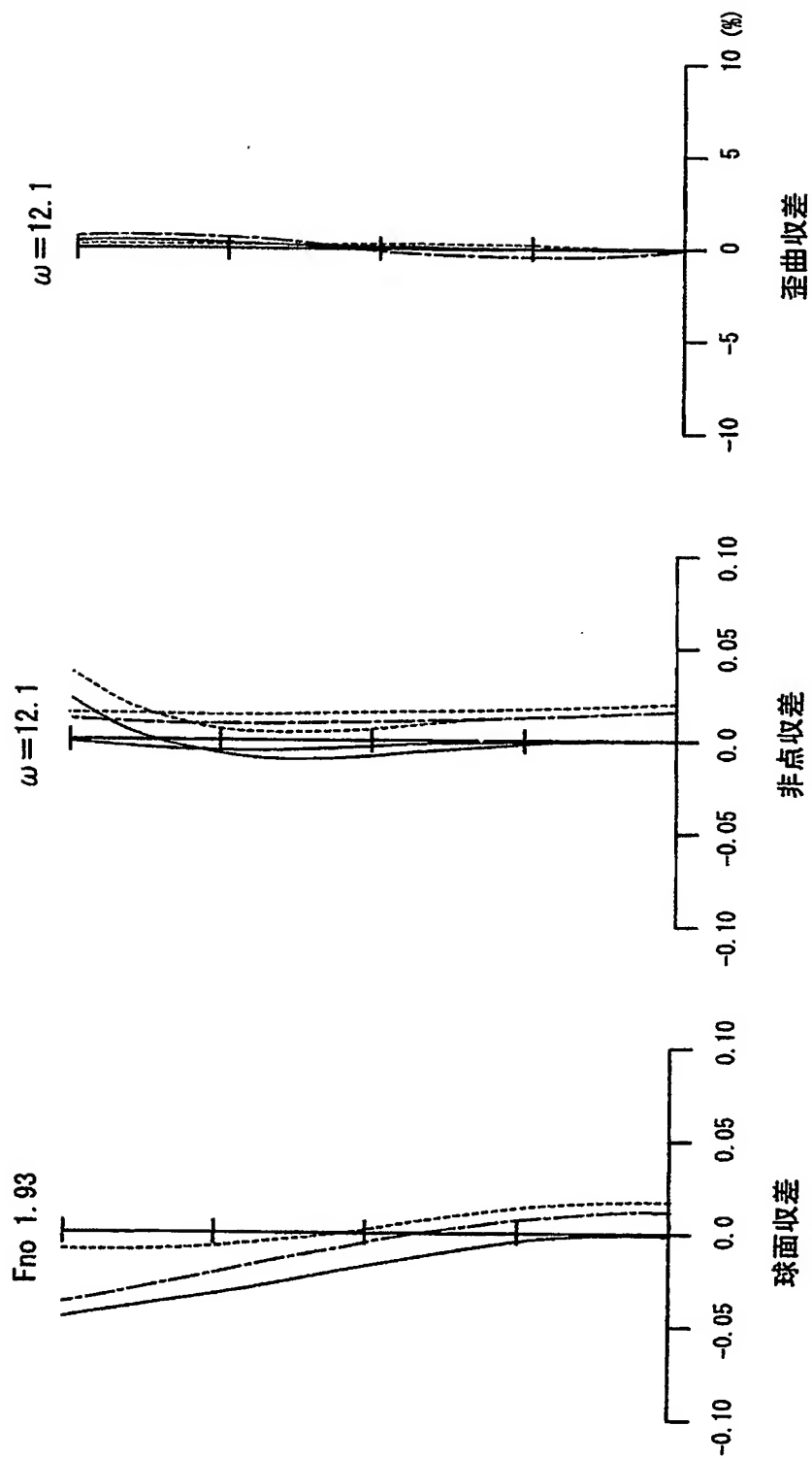


【図 10】

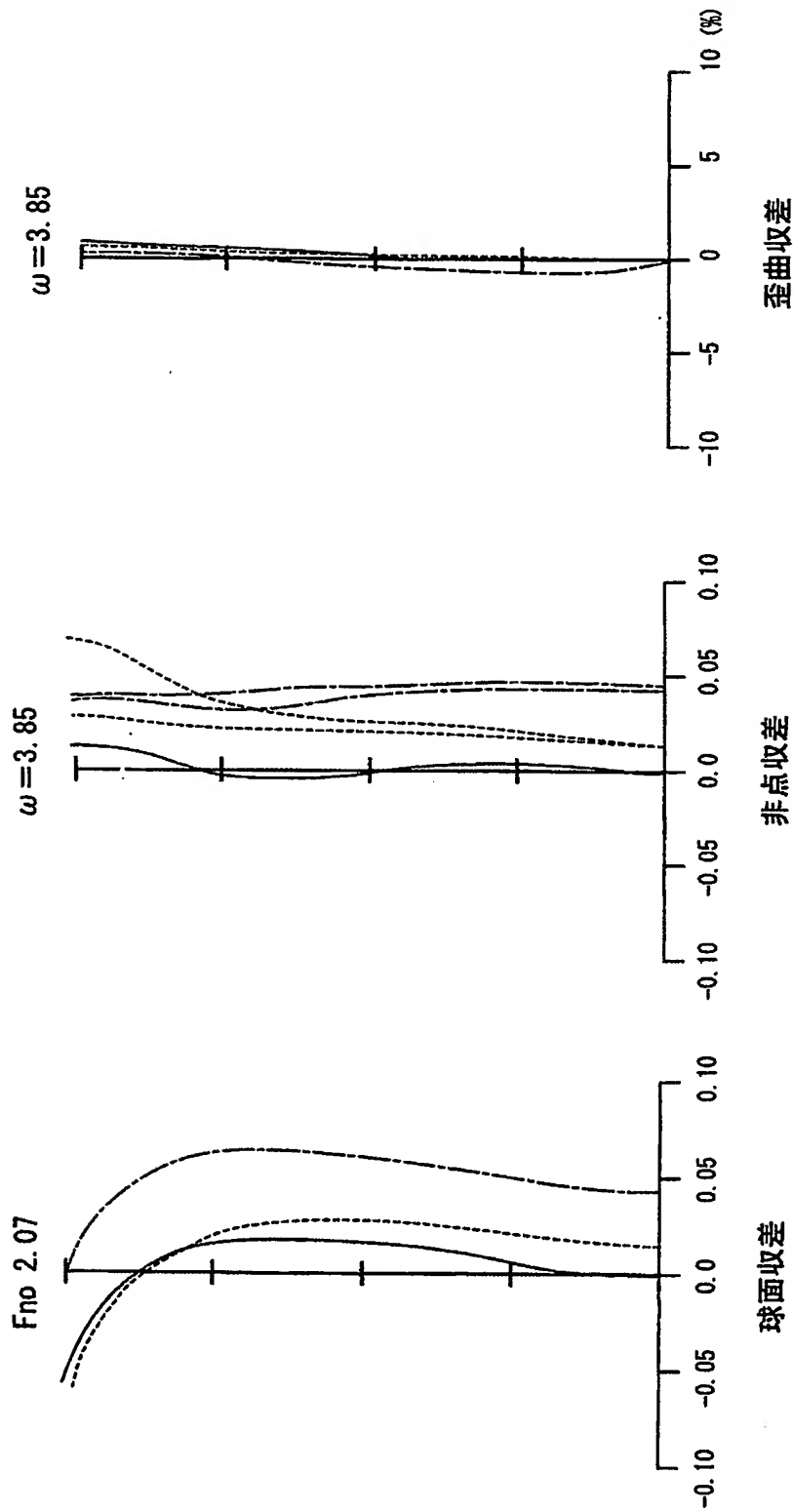




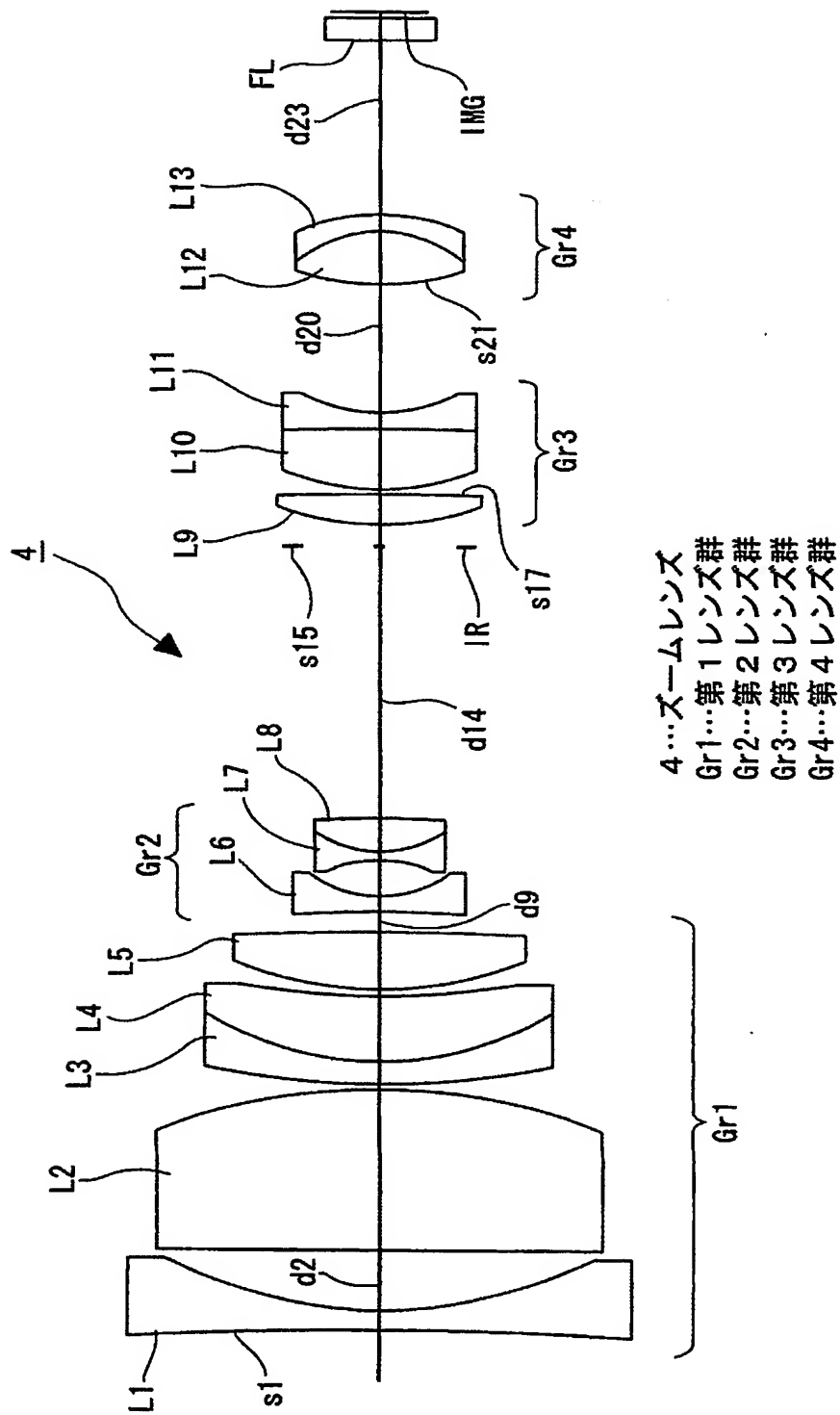
【図11】



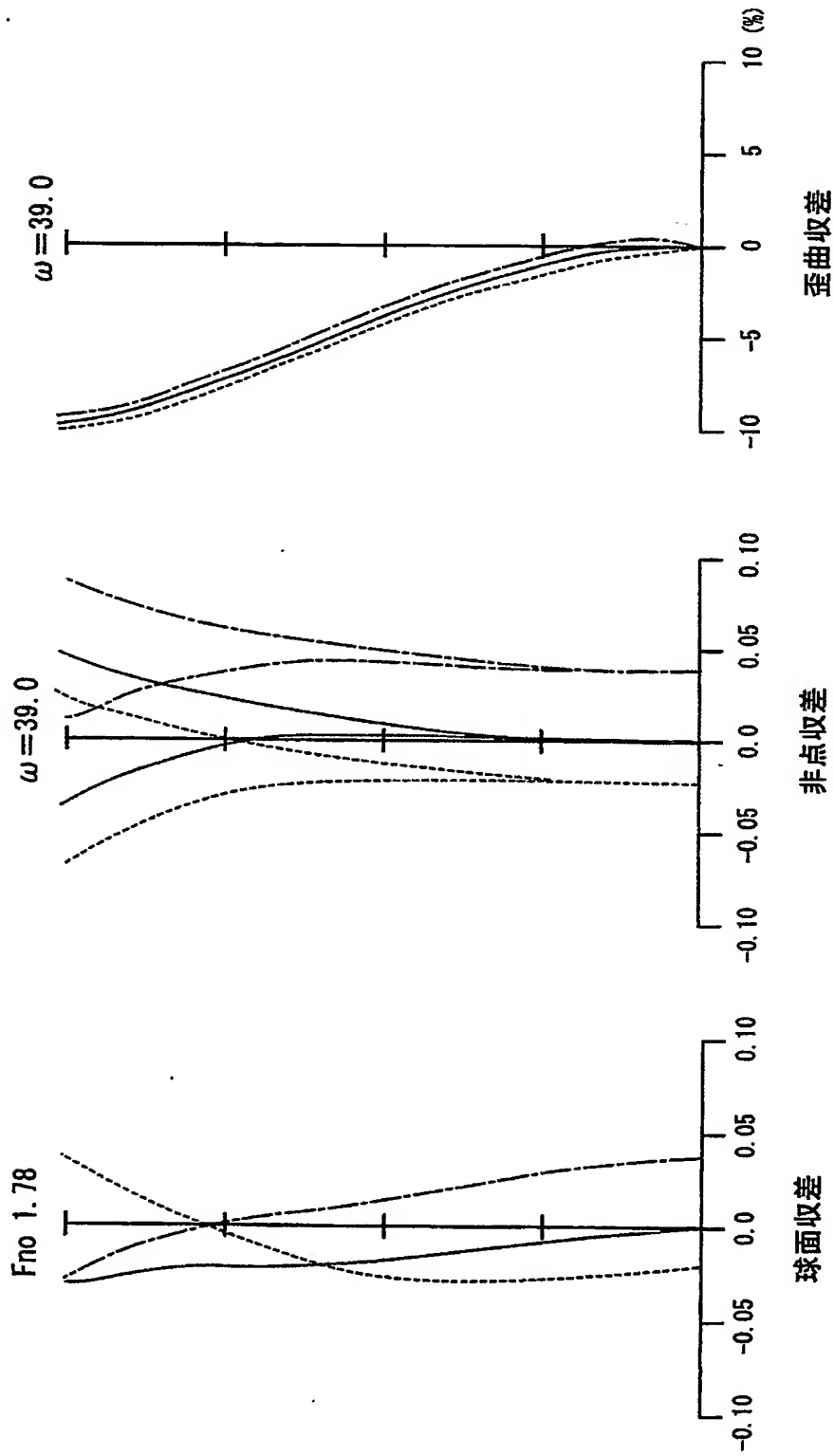
【図 12】



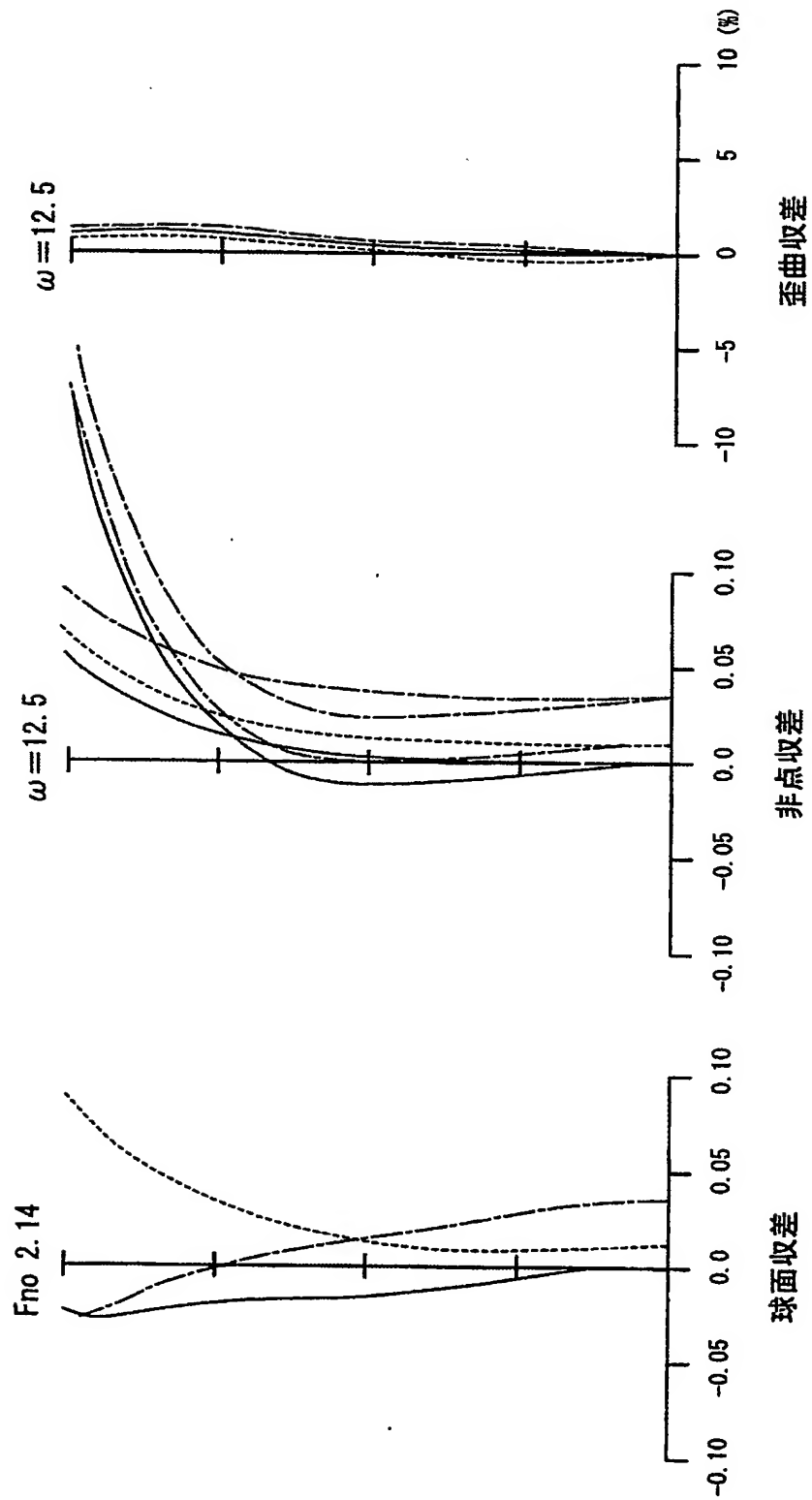
【図13】



【図 14】

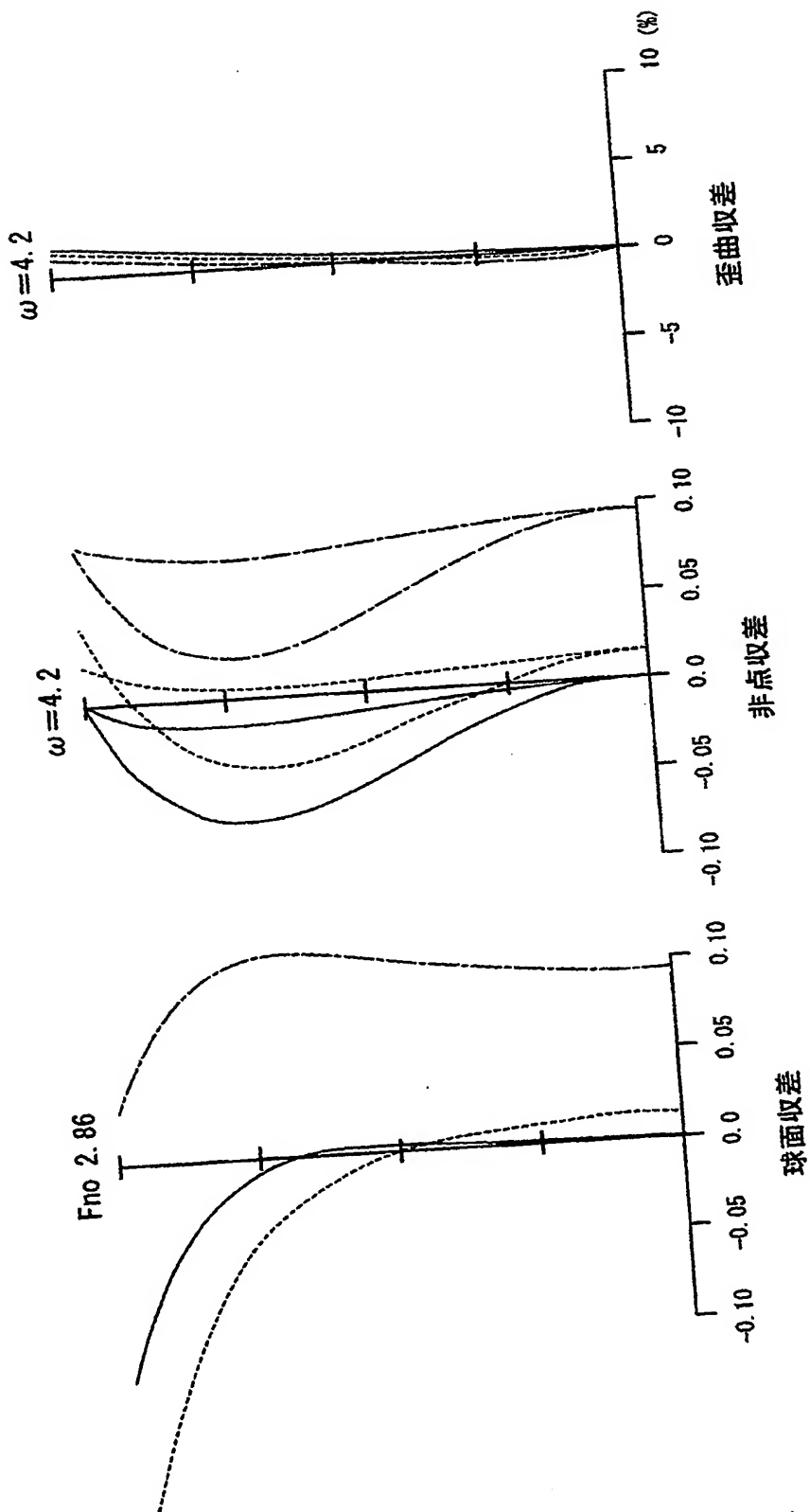


【図 15】

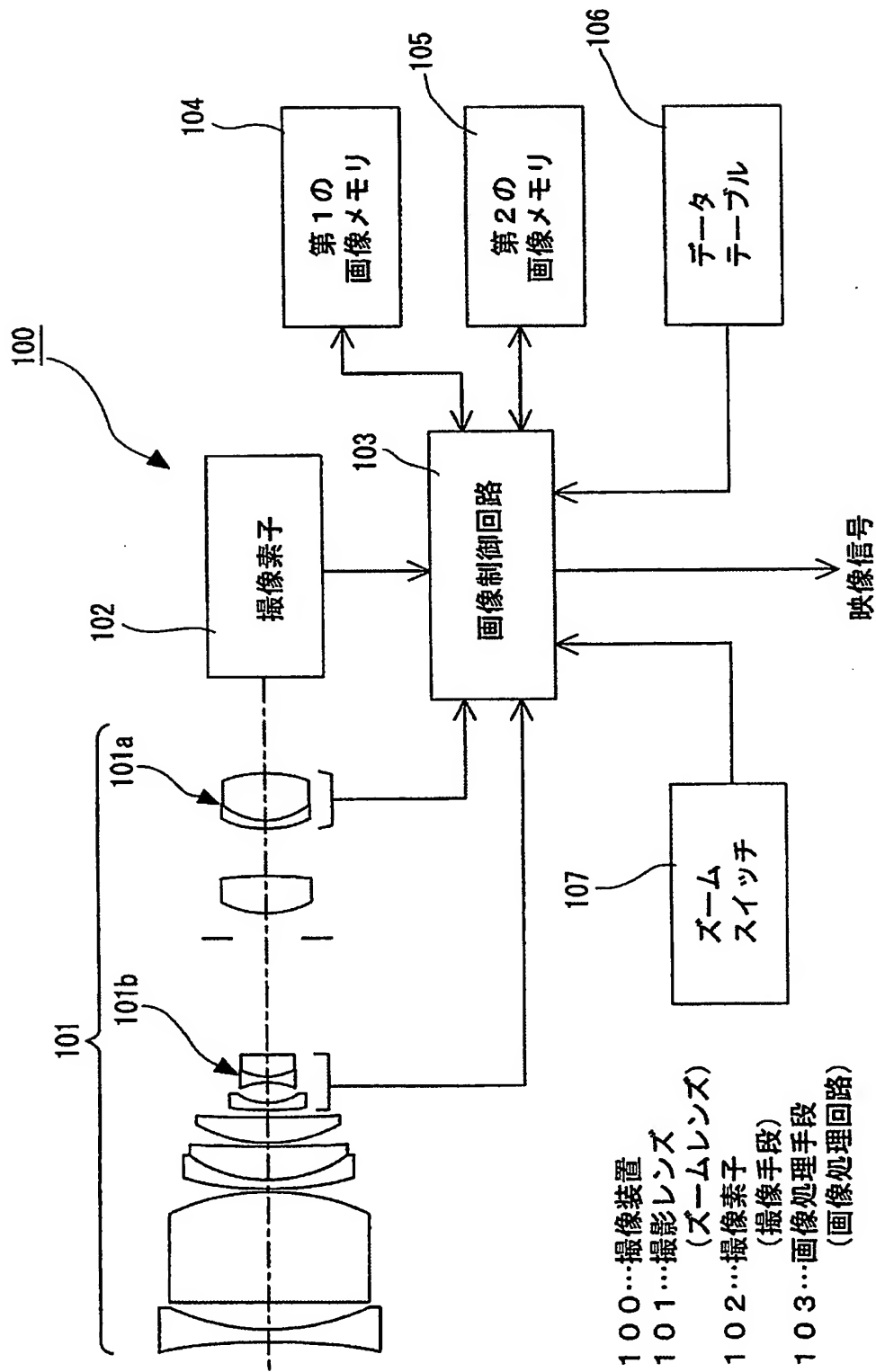


特願2003-160877

【図16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広角端で負の歪曲収差、望遠端で正の歪曲収差を積極的に大きく発生させることにより、歪曲収差補正後の画角変化を、近軸焦点距離の変化に対して十分に大きくして、必要なズーム比に対して小型化が可能な撮像装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、第1レンズ群と第3レンズ群は固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動させて主に変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって像位置の変動の補正と合焦を行うズームレンズにおいて、上記第1レンズ群は物体側より順に配列された、凹レンズ、像側に強い凸面を向けた凸レンズ、像側に強い凹面を向けた凹レンズと凸レンズとの接合レンズ、物体側に強い凸面を向けた凸レンズの5枚のレンズで構成され、 $f_1$ ：第1レンズ群の焦点距離、 $h_{1-i}$ ：第1レンズ群に光軸に平行な近軸光線を入射させたときの、物体側から第*i*面における近軸光線高、 $d_{1-i}$ ：第1レンズ群の第*i*面から第*i*+1面までの軸上間隔、 $n_{1-i}$ ：第1レンズ群の*i*番面のレンズの*d*線における屈折率、 $H_1'$ ：第1レンズ群の最も像側の面の頂点から第1レンズ群の像側の主点までの間隔（－は物体側、＋は像側）として、(1)  $1.25 < h_{1-1}/h_{1-4} < 1.55$ 、(2)  $d_{1-2}/d_{1-3} < 0.4$ 、(3)  $1.65 < n_{1-2}$ 、(4)  $0.1 < H_1' / f_1 < 0.6$ の各条件式を満足するようにした。

【選択図】 図1



## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-160877
受付番号	50300946188
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 6月10日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

## 【代理人】

【識別番号】	100069051
【住所又は居所】	東京都中央区八丁堀3丁目17番12号
【氏名又は名称】	小松 祐治

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100116942
【住所又は居所】	東京都中央区八丁堀3-17-12 小松特許事務所
【氏名又は名称】	岩田 雅信

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 6 0 8 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社